



KOTIAUTOMAATION HYÖDYNTÄMINEN LVI-JÄRJESTELMIEN OHJAUKSESSA

Miko Järvinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-tekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto

JÄRVINEN, MIKO:

Kotiautomaation hyödyntäminen LVI-järjestelmien ohjauksessa

Opinnäytetyö 66 sivua, joista liitteitä 6 sivua

Toukokuu 2014

Opinnäytetyö tehtiin osana tuotekehitysprojektia, ja sen tarkoituksena oli antaa työn teettäneelle yritykselle tarvittavat tiedot, jotta se pystyy jatkamaan tuotekehitysprojektiin kohti valmista tuotetta. Tuotekehityksen tavoitteena on tuoda markkinoille jo tehtaalla esiasennettu kotiautomaatiojärjestelmä LVI-järjestelmien ohjaukseen osaksi yrityksen valmista tuotekokonaisuutta, LOGI- valmista teknistä tilaa. Tuotekehitys tapahtuu yhteistyössä automaatioalan valmistajan kanssa, jolta hankitaan tarvittavat komponentit järjestelmän toteuttamiseen. Opinnäytetyön päätavoitteena oli suunnitella automaatiojärjestelmän avulla toteutettavat LVI-järjestelmien ohjaukset sekä asettaa vaatimukset komponenteille, jotka tällainen järjestelmä vaatii. Toisena tavoitteena oli tutkia kotiautomaatiojärjestelmiä ja varsinkin niiden vaikutusta rakennusten energiatehokkuuteen sekä sitä mitä vaatimuksia kotiautomaatiojärjestelmä aiheuttaa LVI-suunnitteluun.

Opinnäytetyössä käsitellään automaatiota mahdollisimman laajasti, ilman että keskitytään vain tietyn valmistajan tai standardin mukaisiin tuotteisiin. Tällä tavoin työn laajuutta oli mahdollista hieman rajata, koska eri standardien ja valmistajien eroja ei ollut tarpeen käsitellä.

Opinnäytetyön tuloksena tuotekehitysprojekti saatiin etenemään siihen vaiheeseen, että mallikokoonpano saatiin määritettyä laitteiden osalta. Lisäksi automaatioalan yrityksen kanssa aloitettiin yhteistyö ja valittiin sopivat automaatiokomponentit, joilla järjestelmä toteutetaan. LVI-järjestelmien osalta myös halutut toiminnallisuudet ja niiden toteutustavat saatiin määritettyä. Tuotekehitysprojektiin suoraan liittyvät yksityiskohdat ovat luottamuksellisia ja ne ovat erillisinä liitteinä työn lopussa (liitteet 3 ja 4).

Opinnäytetyö oli erittäin monipuolinen, mikä teki aiheen rajaamisesta haasteellisen. Aihe päätettiin rajata kotiautomaatioon ja pelkästään LVI-järjestelmiin, mikä olikin toimiva ratkaisu myös käytännön kannalta. Opinnäytetyön ansiosta opinnäytetyön tekijä perehtyi myös rakennusautomaatioon, joka jäi opinnoissa vähemmälle huomiolle, vaikka asia on erittäin ajankohtainen ja tärkeä jo nyt ja varsinkin tulevaisuudessa.

Asiasanat: kotiautomaatio, kodinohjaus, integraatio

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Services

JÄRVINEN, MIKO:

Utilising Home Automation for Controlling the HVAC Systems

Bachelor's thesis 66 pages, appendices 6 pages
May 2014

This bachelor's thesis was accomplished as a part of a product development project. The purpose of the thesis was to give the commissioning company the information needed to continue their product development project towards a complete product. The goal of the product development project is to launch on the market a home automation system that would be pre-installed in the factory as a part of an existing product, LOGI-prefabricated technical room. The product development is being done in cooperation with a manufacturer that works in the automation industry and provides the components needed for the home automation system. The main goal of the thesis was to outline the functions of the HVAC systems that would be implemented with the home automation system and to set the requirements for the components in this kind of a system. Another goal was to study the different home automation systems and especially the effect they have on the energy efficiency of houses as well as the demands that home automation systems require of HVAC designing.

This thesis deals with automation as broadly as possible, trying not to focus on the products of a particular manufacturer or standard. This was done in order to not let the thesis expand too much, because now it was not necessary to take into consideration the differences between different manufacturers and standards.

As a result of this thesis, the product development proceeded into a point where the model configuration was specified. The cooperation with the automation company also started and the automation components suitable for this project were determined. As for the HVAC-systems, the desired functions and implementation were also determined. The material directly concerning the product development project is confidential and found in a separate appendix.

The thesis was very diverse and at the beginning it was difficult to define the topic. The subject was decided to be narrowed down to home automation and to HVAC-systems only, which was a good solution in practice, too. Thanks to the work done for the thesis the writer also familiarized with building automation, a subject that was less emphasized in the studies, even though it is a very important and topical subject now and especially in the future.

Key words: home automation, home management system, integration

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TYÖN TAUSTAT.....	8
2.1	Air Wise Oy.....	8
2.2	LOGI- valmis tekninen tila.....	8
3	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	10
3.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne.....	10
3.1.1	Hallinto- eli valvomotaso.....	11
3.1.2	Automaatiotaso.....	12
3.1.3	Kenttätaso.....	12
3.1.4	Keskitetty vai hajautettu järjestelmä.....	13
3.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän komponentit.....	14
3.2.1	Käyttöliittymät.....	15
3.2.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmisto.....	16
3.2.3	Valvomot.....	18
3.2.4	Alakeskukset.....	18
3.2.5	I/O-pisteet.....	19
3.2.6	Toimilaitteet ja anturit.....	20
3.2.7	Taajuusmuuttajakäytöt ja EC-moottorit.....	23
3.2.8	Itsenäiset säätimet.....	24
3.2.9	Kaapelointi.....	25
3.3	Väylät.....	25
3.3.1	Väyläratkaisulla saavutettavat edut.....	26
3.3.2	Eri kenttäväyläratkaisut ja niiden vertailu.....	27
4	KOTIAUTOMAATIO.....	29
4.1	Erityisesti huomioitavaa kotiautomaatiossa.....	30
4.2	Kotiautomaatiojärjestelmän osa-alueet.....	30
4.2.1	Turvallisuus.....	30
4.2.2	Asumismukavuus.....	31
4.2.3	Energiatehokkuus.....	31
4.2.4	Älykäs talotekniikka.....	31
4.3	Automaatiojärjestelmän hankinta ja järjestelmän takaisinmaksuaika.....	31
5	KOTIAUTOMAATION HYÖDYNTÄMINEN LVI-JÄRJESTELMIEN OHJAUKSESSA.....	34
5.1	Kotiautomaatio ja LVI-järjestelmät.....	35
5.2	Prosessinhallintaohjelmistot.....	35
5.3	Automaatiojärjestelmän vaikutus LVI-suunnitteluun.....	37

5.4	Ilmanvaihto	38
5.4.1	Ilmanvaihtojärjestelmät pientaloissa	38
5.4.2	Ilmanvaihtojärjestelmän automaatio	39
5.5	Lämmitys	41
5.5.1	Hybridilämmitysjärjestelmät.....	42
5.5.2	Lämmitysjärjestelmän automaatio	42
5.6	Käyttövesi- ja viemärijärjestelmät sekä niiden automaatio	44
5.7	Jäähdytysjärjestelmä ja automaatio	45
5.8	Erillisjärjestelmät	46
5.8.1	Keskuspölynimuri	46
5.8.2	Sprinkleri.....	47
5.9	Ohjauksien integraatio	47
5.9.1	Integroinnilla saavutettavat hyödyt.....	48
5.9.2	Integraation tekninen toteuttaminen.....	49
6	RAKENNUSAUTOMAATIO JA ENERGIAATEHOKKUUS.....	50
6.1	Automaation vaikutus energiatehokkuuteen.....	51
6.1.1	Prosessin optimointi	52
6.1.2	Valvonta ja hälytys.....	53
6.1.3	Raportointi ja informaation tuottaminen.....	53
6.2	Rakennuksen automaation energiatehokkuusstandardi	54
6.3	Automaatio ja energiatodistus.....	57
7	POHDINTA.....	58
	LÄHTEET.....	60
	LIITTEET	61
	Liite 1. LOGI – valmis teknisen tilan esite	61
	Liite 2. Kysymykset LVI-suunnittelijalle.....	63
	Liite 3. ÄlyLogi-mallikokoonpano (luottamuksellinen)	65
	Liite 4. ÄlyLogi-mallikokoonpanon määrittelytaulukko (luottamuksellinen)	66

ERITYISSANASTO

A/D-muunnin	Muunnin, joka muuntaa analogisen tuloviestin digitaalseksi lähtöviestiksi
CPU-osa	Suoritin tai prosessori (engl. Central Processing Unit eli CPU) on tietokoneen osa, joka suorittaa tietokoneohjelman sisältämiä konekielisiä käskyjä.
D/A-muunnin	Muunnin, joka muuntaa digitaalisen tuloviestin analogiseksi lähtöviestiksi
I/O-piste	Järjestelmän tulo- tai lähtöliityntä, johon on kytketty kentällä oleva laite, käytetään yleisesti myös pelkkää nimitystä piste
IMS	Ilmamääräsäätin
LAN-verkko	Local Area Network eli lähiverkko on rajoitetulla maantieteellisellä alueella toimiva tietoliikenneverkko
Moduuli	Itsenäinen osa, jollaisista voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia
Parametri	Järjestelmälle annettu useimmiten muuttumaton tieto, joka ohjaa tai määrittää järjestelmän toimintaa
Protokolla	Ts. yhteyskäytäntö. Käytäntö tai standardi, joka määrittelee tai mahdollistaa laitteiden tai ohjelmien väliset yhteydet
RS-485	Differentiaalinen eli balansoitu sarjaliikenneväylä, johon voi liittyä useita väylälaitteita samanaikaisesti.
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol on usean Internet-liikennöinnissä käytettävän tietoverkkoprotokollan yhdistelmä
Väylä	Tietokonejärjestelmissä tiedonsiirtoon käytettävä yhteys

1 JOHDANTO

Tavallisessa pientalossa LVI-laitteet on asennettu moneen paikkaan ympäri taloa ja niiden ohjaus tapahtuu yhtä monesta paikasta. Tehtaalla esivalmistettua teknistä tilaa ja sen yhteyteen asennettua kotiautomaatiojärjestelmää käyttämällä laitteet saadaan tiiviisti yhteen paikkaan säästäten arvokasta tilaa ja myös niiden ohjaukset ja valvonnat saadaan keskitettyä yhden laitteen taakse. Tarvittaessa ohjaus ja valvonta voidaan toteuttaa myös etänä internetin välityksellä vaikka kesämökiltä. Lisäksi laitteiden ohjauksia voidaan integroida, jolloin säästetään myös energiaa ja saadaan näin ollen säästöjä.

Työn tarkoituksena oli toimia osana tuotekehitysprojektia, jonka päämääränä on tuoda markkinoille tehtaalla esivalmistettu valmis tekninen tila, johon on myös asennettu valmiiksi kotiautomaatiojärjestelmä LVI-järjestelmien ohjaukseen. Valmis teknisen tilan kaikki LVI-laitteet olisi myös jo valmiiksi kytketty automaatiojärjestelmään, jolloin säästyttäisiin erillisasennuksilta työmaalla. Työssä on suunniteltu ohjaukset, jotka tällaisen järjestelmän avulla olisi mahdollista LVI-järjestelmille toteuttaa. Lisäksi työssä tutkittiin automaation vaikutusta rakennusten energiatehokkuuteen ja LVI-järjestelmien suunnitteluun.

Kotiautomaatiojärjestelmien määrä pientaloissa kasvaa koko ajan. Lisäksi kasvaa myös erilaisten järjestelmien valmistajien ja tarjoajien määrä markkinoilla. Suunnittelijat eivät hallitse tarpeeksi hyvin kaikkia erilaisia järjestelmiä, jolloin kotiautomaatiojärjestelmän hankkijalle jää usein itselleen tiedon hankkiminen erilaisista järjestelmistä. Tällä hetkellä trendinä ovat pakettiratkaisut rakentamisessa; miksei samaa voisi soveltaa myös automaatiojärjestelmien kanssa.

Energiatehokkuusvaatimukset eivät vielä ota kantaa automaatiojärjestelmiin asuinkiinteistöissä, mutta määräykset kehittyvät koko ajan ja varmasti tarpeenmukainen käyttö tulee huomioitua myös asuinkiinteistöissä. Rakennusautomaatio muuttuu tekniikan ja määräysten kehittyessä todella nopeasti ja tulevaisuudessa automaation osuus rakentamisessa tulee vain kasvamaan.

2 TYÖN TAUSTAT

Työ on tehty yritykselle osana tuotekehitysprojektia. Ajatus projektiin on tullut yritykseltä itseltään ja opinnäytetyön tekemisestä päätettiin kesän 2013 harjoittelun aikana.

Tuotekehityksen tavoitteena on tuoda markkinoille uudenlainen tuote pientalojen LVI-järjestelmien ohjaamiseen, johon voitaisiin liittää myös muita kotiautomaatioitoimintoja. Tuote on tarkoitettu yhdistämään jo markkinoilla olevaan yrityksen LOGI- valmis tekniseen tilaan, jolloin LVI-järjestelmien osalta suuri osa automaatiosta voitaisiin toteuttaa jo tehtaalla ja vähentää asennustyön määrää itse kohteessa; tämä on myös LOGIn tärkein ominaisuus.

Alla on kerrottuna perustiedot itse yrityksestä, Air Wise Oystä, sekä heidän valmis teknisestä tilastaan, LOGIsta. Lisäksi liitteissä (1) on LOGIn esite, joka löytyy myös yrityksen verkkosivuilta www.airwise.fi.

2.1 Air Wise Oy

Air Wise Oy on perustettu vuonna 1993. Yhtiön tuotantolaitos ja pääkonttori sijaitsevat Orivedellä, hyvien kulkuyhteyksien varrella noin 40 kilometriä Tampereelta Jyväskylän suuntaan. Air Wise Oy valmistaa ja valmistaakin SunAIR- ja Parmair-ilmanvaihtolaitteita ja SunAIR – jäähdytyslaitteita sekä valmistuttaa ja myy SunAIR-muovikanavistoa pientalokäyttöön. Lattialämmitysjärjestelmämme tunnetaan PRIMEX-tuotemerkillä. Vuonna 2007 Air Wise Oy lanseerasi markkinoille talotekniikan järjestelmäpaketin, LOGI:n. (<http://www.airwise.fi/Yritys>)

2.2 LOGI- valmis tekninen tila

Alle on kerätty yrityksen verkkosivuilta löytyvää tietoa LOGIsta. Lisäksi liitteenä (1) on LOGIn esite yrityksen verkkosivuilta.

Koska talotekniikan eri osiot ovat toisistaan riippuvaisia, on tärkeää että niin lämmitys- kuin ilmanvaihto- ja käyttövesijärjestelmät suunnitellaan yhteensopiviksi ja niistä vastaa sama toimittaja. LOGI- tekninen tila valmistetaan sarjatuotantona tehtaallamme, jossa elementti varustellaan asi-

akkaan valitsemilla järjestelmillä. Keskenkäiset ratkaisut johtavat vesiva-
hinkoihin ja rakennusaikaisiin harmeihin. Valmis, tehtaallamme testattu ja
ohjelmoitu LOGI rakentuu vuototurvallisen elementtirakenteen sisään.
(<http://www.airwise.fi/Tuotteet/LOGI>)

Noin 70 % suomalaisista päätyy talopakettiratkaisuun paikalla rakentami-
sen sijaan – miksi siis ei myös paketti-LVI-tekniikka? LVI-tekniikan os-
taminen on koettu asiakkaiden mielestä vaikeaksi, eikä kovin asiakasläh-
töiseksi. Asiakkaiden toive on, että hintatiedot saadaan jo hankesuunnitte-
luvaiheessa.
(<http://www.airwise.fi/Tuotteet/LOGI>)

Logi - valmistekninen tilaelementti

- taloudellisin tapa toteuttaa talotekniikan neliöt

Valmistekninen tila eli LOGI-tilaelementti optimoi tilankäytön. Kome-
rot ja tuulikaapit vapautuvat varsinaiseen käyttöön. Kun laitteet
on sijoitettu samaan tilaan, vuototurvan riskit on hyvin hallinnassa
talon elinkaaren aikana. Logi on itsessään vesieristetty tila ja se
kiinnitetään sellaisenaan muihin taloelementteihin. LOGI ei tarvitse
erillistä vesieristettyä tilaa kuten hajautettu LVI-tekniikka vaatii.

LOGI on menetelmäkehitystuote, jossa toimii suurin osa lämmön-
tuottojärjestelmistä kuten

- maalämpö
- ilma- ja vesilämpöpumput
- sähkökattila (vesikiertoinen)
- kaukolämpö
- aurinkokeräimet
- etälämmitys

Logiin on sijoitettu myös:

- lämmöntalteenottoalaite
- käyttövesijakotukit
- vesikiertoisen lattialämmityksen
jakotukit
- mahdollinen keskuspölynimuri
- vesimittari (vesilaitos toimittaa)





Takuu jopa
5 vuotta!

Koko kodin talotekniikan sisäl-
tävä LOGI-tilaelementti vie tilaa
vain vaatekaapin verran:
leveys 1685 mm
syvyys 750 mm
korkeus 2545 mm

Valmis LOGI-tekniikka rakentuu **vuoto-
turvallisen elementtirakenteen sisään**,
ja se on testattu ja ohjelmoitu tehtaalla.

KUVA 1. LOGI – valmis teknisen tilan esitekuva

(http://www.airwise.fi/content/download/612/14329/AirWise_LVI-talotekniikkapaketti.pdf)

3 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

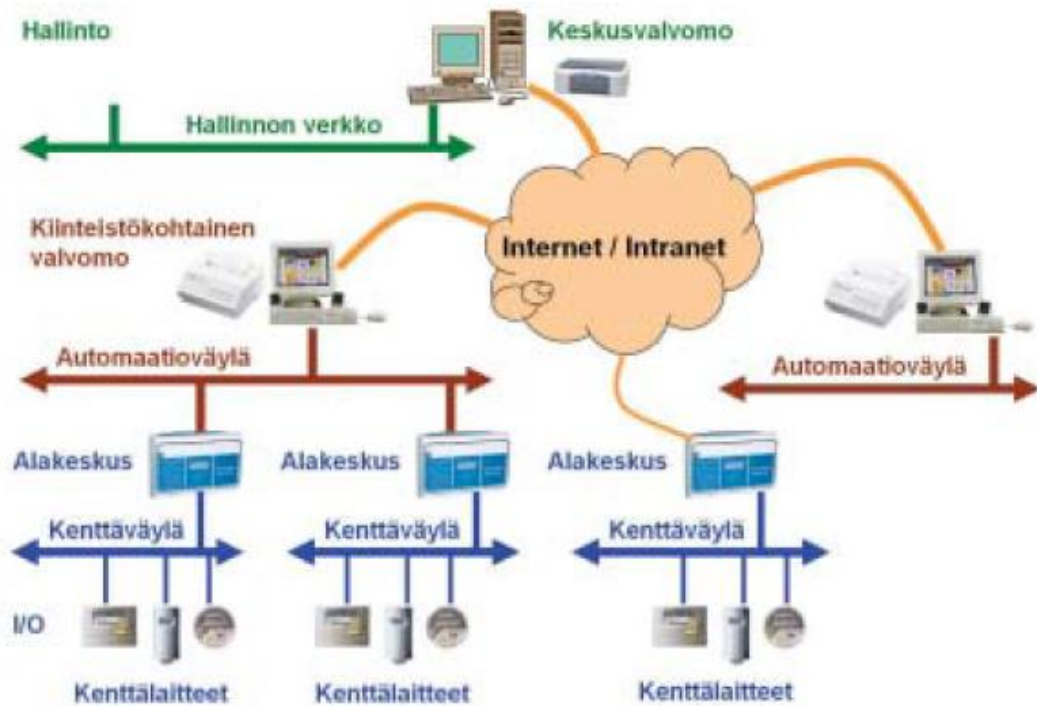
Teoriaosuudessa on pyritty ottamaan esille sellaiset asiat rakennusautomaatiosta, jotka ovat merkittäviä LVI-alan kannalta. Tässä ei siis käsitellä esimerkiksi erilaisia kaapeleita eikä bittien koodaustapoja, koska ne eivät itsessään liity LVI-alaan. Myöskään prosessien säätötekniikkaa ei käsitellä tarkasti, koska säätö on aina tapauskohtainen ja työssä käsitellään kotiautomaatiota yleisellä tasolla. Lähteinä käytetyissä ST-Käsikirjoissa on kuitenkin paljon enemmän tietoa kuin mitä tässä työssä käsitellään, joten halutessaan niistä voi hakea lisätietoa. Kirjassa Ilmastoinnin suunnittelu (2004) sivuilla 245 - 279 on hyvin koottuna LVI-järjestelmien ja varsinkin ilmastoinnin kannalta oleelliset asiat säädön ja automaation kannalta. Kirjaan nämä asiat on koottu mm. myös tässä työssä lähteinä käytetyistä ST-Käsikirjoista.

Automaatiojärjestelmä tarkoittaa sitä kokonaisuutta, jolla prosessia valvotaan ja ohjataan. Rakennusautomaatio määritellään erilaisiksi automaattisiksi säätö-, valvonta-, ohjaus- ja hälytystoiminnoiksi, joiden avulla hallitaan kiinteistöjen LVIS-prosesseja. Rakennusautomaatiojärjestelmistä saadaan hyöty parantuneiden olosuhteiden, energian säästön, rutiinityön vähentymisen sekä pienentyneiden taloudellisten ja henkilöriskien kautta. (ST-Käsikirja 21, 2006, s.9)

3.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmien rakenteen teoria on koottu ST-Käsikirjan 17 (2012) kappaleista 5.1 ja 5.2 sekä ST-Käsikirjan 21 (2006) kappaleista 1.1 – 1.3.

Rakennusautomaatiojärjestelmillä on yleensä kolme päätasoa ja rakenne on hierarkkinen, jolloin ylempi taso ohjaa alempia tasoja. Automaatiojärjestelmien kolme päätasoa ovat hallinto- eli valvomotaso, automaatiotaso ja kenttätaso. Kahta eri tasoa yhdistää aina jokin tiedonsiirtoratkaisu. Alla on havainnollistava kuva hierarkkisesta rakenteesta:



KUVA 2. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne (ST-Käsikirja 21, 2006, s.10)

Rakennusautomaatiojärjestelmät voidaan jakaa rakenteensa mukaan myös keskitettyihin ja hajautettuihin järjestelmiin riippuen siitä, missä järjestelmän ”äly” sijaitsee. Älyllä tarkoitetaan laitteessa olevaa prosessoria, muistia ja tietyn protokollan mukaista ohjelmaa. Keskitetty järjestelmä on aina selvästi hierarkkinen, jolloin käskyt kulkevat järjestyksessä hallintotasolta automaatiotason kautta kenttätasolle. Hajautetussa järjestelmässä jokainen yksikkö toimii riippumatta muista yksiköistä, ja tietoa lähetetään tarvittaessa vain sitä tarvitseville yksiköille. Keskitettyä ja hajautettua järjestelmää on vielä tarkemmin eritelty kappaleessa 3.1.4.

3.1.1 Hallinto- eli valvomotaso

Hallintotaso koostuu järjestelmän valvomoista, jotka voivat olla paikallisvalvomoita tai etävalvomoita. Nykyään on myös käytössä paljon Web-pohjaisia valvomoratkaisuja, joissa palvelun tarjoaja ylläpitää keskitettyä valvomokonetta, johon voidaan olla yhteydessä internetyhteyden välityksellä. Tällöin itse rakennuksessa ei ole omaa valvomokonetta, vaan kohteen automaatiojärjestelmää käytetään selainyhteydellä. Hallintotaso

toimii rajapintana käyttäjän ja automaatiojärjestelmän välillä, ja valvomosta käsin käyttäjä voi käyttää automaatiojärjestelmää; järjestelmän käyttäminen käsittää kaiken raporttien ja hälytyksien lukemisesta asetusarvojen muuttamiseen. Järjestelmän kanssa kommunikointi perustuu hallintotasolla paikallisesti yleensä LAN-verkkoon ja etäkäytössä internetyhteyteen.

3.1.2 Automaatiotaso

Perustana automaatiotasolla ovat alakeskukset ja niihin liitetyt I/O-moduulit. Joissain tapauksissa alakeskus voi olla myös kiinteän I/O-pistemäärän sisältävä kokonaisuus. Alakeskus sisältää yleensä automaatiojärjestelmän ”älyn” eli kaikki ohjelmat, joilla eri prosesseja ohjataan. Hajautetuissa järjestelmissä järjestelmän ”äly” voi olla jaettuna myös useampaan paikkaan (useampi alakeskus), ja alakeskukset kommunikoivat keskenään. Keskitetystä ja hajautetusta järjestelmästä kerrotaan enemmän kappaleessa 3.1.4.

Automaatiotasolla kommunikointi alakeskusten välillä tapahtuu yleensä LAN-verkon välityksellä perustuen TCP/IP-protokollaan tai jotakin väyläprotokollaa hyödyntäen (esim. ModBus tai KNX). Kaapelointina käytetään tänä päivänä usein CAT 6-standardin mukaista kaapelointia, mutta joissain tapauksissa myös langatonta verkkoa (WLAN) voidaan hyödyntää.

3.1.3 Kenttätaso

Rakennusautomaatiojärjestelmän kenttätasolla tarkoitetaan ensisijaisesti prosessien antureita ja toimilaitteita eli komponentteja, joilla prosessien säätö käytännössä toteutetaan. Kenttätasolle voidaan lisäksi katsoa kuuluvan myös ohjattavat pumput ja taajuusmuuttajat. Antureiden avulla saadaan reaaliaikaista tietoa prosessien tilasta ja olosuhteista, esimerkiksi erilaisista lämpötiloista. Anturit välittävät tietonsa alakeskukseen, jossa tietoa verrataan sinne asetettuihin tavoitearvoihin, ja tämän pohjalta alakeskus ohjaa toimilaitteita, jotta tuo tavoite saavutettaisiin.

Kenttätasolla voi olla myös hajautettuja I/O-moduuleita, jolla tarkoitetaan alakeskuksen kanssa sarjaväylällä kommunikoivia I/O-moduuleita. Tällainen ratkaisu on esimerkiksi

sähkökeskuksessa oleva I/O-moduuli, jolla ohjataan esimerkiksi valaistusta tietyllä alueella rakennuksessa. Kentällä voi olla myös itsenäisiä säätimiä, kuten huonesäätimet ja esimerkiksi paketti-ilmanvaihtokoneiden integroidut säätimet. Kommunikaatio kenttätasolla hajautetun I/O:n ja alakeskuksen välillä tapahtuu kenttäväylän avulla. Eri kenttäväyläratkaisuja ovat esimerkiksi ModBus ja KNX. Eri väyläratkaisuja on käsitelty myöhemmin kappaleessa 3.3.

3.1.4 Keskitetty vai hajautettu järjestelmä

Keskitetyn eli perinteisen järjestelmän ja hajautetun järjestelmän suurin ero tulee siitä, missä järjestelmän äly sijaitsee, eli mistä järjestelmän eri tasot saavat tietonsa ja käskynsä toimia. Keskitetyssä järjestelmässä yksi tietokone saattaa hoitaa järjestelmän kaikki tehtävät ja ylemmät tasot ohjaavat aina alempia tasoja eli mikäli järjestelmän jokin tärkeä yksittäinen komponentti hajoaa, saattaa koko järjestelmän toiminta lamaan.

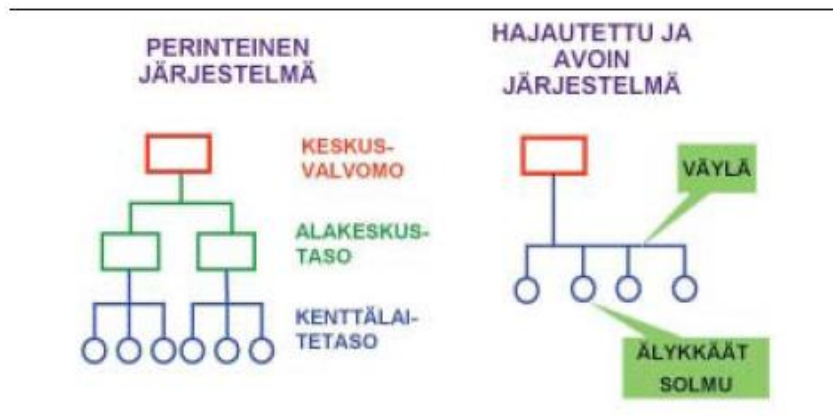
Hajautetussa järjestelmässä automaatioon liittyvät toiminnot on siirretty lähemmäs prosessia. Lisäksi hajautetussa järjestelmässä jokainen yksikkö toimii riippumatta muista yksiköistä ja mikäli tietoa halutaan lähettää, lähetetään se vain niille yksiköille, jotka sitä tarvitsevat.

Hajautetun järjestelmän mahdollistaa tietotekniikan kehitys ja varsinkin se, että nykyään voidaan fyysisesti pienillä laitteilla käsitellä todella suuria tietomääriä. Tämä mahdollistaa sen, ettei enää tarvitse yhtä isoa keskustietokonetta, missä äly sijaitsee, vaan älyä voi olla myös kenttätasolla toimilaitteissa ja antureissa.

Keskitetyn järjestelmän laajentaminen on hyvin hankalaa johtuen käytössä olevista useista erilaisista protokollista. Tästä johtuen järjestelmät on myös hyvin vaikeaa saada kommunikoimaan keskenään ja niiden integrointi on todella hankalaa.

Keskitetty järjestelmä on nykyään väistynyt oikeastaan kokonaan hajautetun järjestelmän tieltä; nykyään tulee vaan järjestelmää suunniteltaessa päättää kuinka paljon järjestelmä hajautetaan. Yleensä voidaan todeta, että mitä pidemmälle hajautus viedään, sitä enemmän järjestelmä maksaa. Esimerkkinä toimistohuone, jossa halutaan ohjata lämmitystä, jäähdytystä, ilmanvaihtoa ja valaistusta läsnäolon perusteella. Järjestelmä voidaan toteuttaa hajautettunakin monella eri tavalla, mutta otetaan esimerkkinä kaksi erilaista

vaihtoehtoa: vaihtoehto A: yksi huonesäädin läsnäoloanturilla, johon kaikki laitteet liitetään ja tuo yksi säädin liitetään väylään, tai vaihtoehto B: äly hajautetaan jokaiseen toimilaitteeseen ja ne liitetään kaikki erikseen väylään. Voidaan helposti päätellä, että vaihtoehto B tulisi huomattavasti kalliimmaksi ilman suuria hyötyjä. Alla on vielä havainnollistava kuva perinteisestä ja hajautetusta järjestelmästä.



KUVA 3. Havainnollistava kuva keskitetystä ja hajautetusta järjestelmästä (ST-Käsikirja 21, 2006, s.17)

3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän komponentit

Teoria automaatiojärjestelmien komponenteista on koottu ST-Käsikirjan 17 (2012) luvusta 5.3 – 5.9. Lisäksi teoria käyttöliittymistä on koottu ST-Käsikirjan 17 (2012) luvusta 7.

Kuten koko järjestelmä, voidaan myös käytettävät laitteet eritellä automaatiojärjestelmän eri tasoille. Kiinteistökohtaisen rakennusautomaatiojärjestelmän yleinen rakenne koostuu valvomosta, alakeskuksista, kenttälaitteista ja kentällä olevista itsenäisistä säätimistä. Tärkeä osa järjestelmää ovat myös tiedonsiirtolaitteet ja kaapelointi, joiden avulla mahdollistetaan järjestelmän eri osien välinen kommunikointi. Lisäksi automaatiojärjestelmän tärkein osa on ohjelmisto, joka sisältää järjestelmän älykkyyden ja ohjelmiston avulla hallitaan koko järjestelmää.

3.2.1 Käyttöliittymät

Käyttöliittymä määrittellään käyttäjän ja erilaisten ohjelmistojen ja laitteiden väliseksi informaation kaksisuuntaiseksi rajapinnaksi, jonka välityksellä käyttäjä operoi kiinteistön erilaisten teknisten järjestelmien kanssa. Rakennusautomaatiojärjestelmän tapauksessa käyttöliittymä voidaan määritellä niiden ohjelmistojen, päätelaitteiden ja käyttöohjeiden kokonaisuudeksi, joiden avulla käyttäjä kommunikoi rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa. Nykyään käyttöliittymiä löytyy automaatiojärjestelmän eri tasoilta, eikä pelkästään valvomosta. Valvomoiden lisäksi käyttöliittymä löytyy nykyään usein myös alakeskuksista ja tämän lisäksi erilaisia käyttöliittymiä voi olla esimerkiksi taajuusmuuttajilla ja huonesäätimillä. Moderneissa rakennusautomaatiojärjestelmissä on mahdollista hyödyntää myös erilaisia mobiilikäyttöliittymiä.

Rakennusautomaatiojärjestelmien käyttöliittymät voidaan jakaa sen mukaan eri tasoille, riippuen siitä mitä kokonaisuutta niillä hallitaan:

- Laite- ja tilakohtaiset käyttöliittymät
- Osajärjestelmäkohtaiset käyttöliittymät
- Koko tietojärjestelmän kattavat käyttöliittymät
- Useita tietojärjestelmiä yhdistävät käyttöliittymät

Lisäksi käyttöliittymät voidaan toteuttaa toiminnallisuudeltaan ja perusrakenteeltaan erilaisilla tavoilla:

- Yksinkertaiset painikekäyttöliittymät
- Merkkipohjaiset, valikoihin perustuvat käyttöliittymät
- Graafiset, ikkunointiin perustuvat käyttöliittymät
- Edellisten erilaiset yhdistelmät

Käyttöliittymän ominaisuudet määrittelevät sen kuinka hyvin käyttäjä pystyy hyödyntämään järjestelmää. Järjestelmästä saatavan informaation määrä voi olla erittäin suuri, joten on todella tärkeää, että käyttöliittymä on kaikilla tasoilla looginen ja mahdollisimman helppokäyttöinen. Hyvä käyttöliittymä on määritelty ST-kortissa 721.01 seuraavalla tavalla:

Hyvä käyttöliittymä on

– selkeä, yksinkertainen ja luotettava

- käyttäjäystävällinen ja helposti käsiteltävä
 - nopeasti opittavissa ja helposti mieleen palautettavissa
 - käyttäjää opastava, avustava ja käyttöä ohjaava
 - toiminnoiltaan ja rakenteeltaan yhdenmukainen, ristiriidaton ja looginen
 - visuaalisesti selkeä ja miellyttävä käyttää
 - toteutettu käyttäjän ymmärtämällä kielellä
 - intuitiivinen ja oikein sijoitettu (paikalliset ohjauslaitteet)
 - kokonaisuudeltaan järkevä.
- (ST-kortti 721.01, 2007, s.4)

3.2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmisto

Ohjelmisto on hajautettu automaatiojärjestelmässä eri tasoille ja laitteille seuraavalla tavalla:

- Käyttäjän tarvitsemat ohjelmat automaatiojärjestelmän valvontaan ja ohjaukseen sijaitsevat valvomossa.
- Prosessien itsenäiseen ohjaukseen ja valvontaan vaaditut ohjelmat sijaitsevat alakeskuksissa.
- Lisäksi kenttätasolla on säätimiä, joiden ohjelmilla ohjataan ja säädetään jotakin tiettyä laitetta, esimerkiksi kiertopumppua. Näiden lisäksi on huonesäätimiä, joilla voidaan ohjata johonkin tiettyyn huoneeseen liittyviä laitteita, esimerkiksi venttiilejä ja puhaltimia.

Edellisen tavan mukaan hajautettu älykkyys edellyttää, että järjestelmän eri osat pystyvät kommunikoimaan keskenään eli tarvitaan tiedonsiirto-ohjelmia. Hajauttamalla älykkyys parannetaan järjestelmän luotettavuutta, koska se mahdollistaa eri komponenttien itsenäisen toiminnan, jos esimerkiksi valvomolaitteisto hajoaa.

Automaatiojärjestelmän ohjelmisto voidaan jakaa sen eri tasoilla tehtävän mukaan seuraavasti:

- Käyttöjärjestelmä: Ohjelma, joka jakaa reaaliaikaisesti mikroprosessorin aikaa eri ohjelmille ja hallitsee eri resursseja. Käyttöjärjestelmänä voi toimia esimerkiksi Windows tai Linux tai näiden yhdistelmä. Käyttöjärjestelmää ei ole myöskään sidottu millekään tietylle tasolle järjestelmässä, vaan käyttöjärjestelmä on

perusohjelmisto, joka mahdollistaa koko järjestelmän käyttämisen sovellusohjelmissa.

- Varusohjelmat: Ohjelmat, joita järjestelmän kehittäjä käyttää lähdekielisen ohjelmoinnin apuna. Lähdekieliset ohjelmat ovat tuotekehittävän yrityksen omaisuutta, eivätkä ne kuulu asiakaskohtaiseen järjestelmätoimitukseen.
- Sovellusohjelmat: Rakennusautomaatioon kehitetyt ohjelmat, kuten esimerkiksi hälytyksen käsittely, raportit jne. Sovellusohjelmien avulla käyttäjä usein kommunikoi järjestelmän kanssa. Sovellusohjelmat hoitavat myös käyttäjälle näkyvämmiä tehtäviä liittyen esimerkiksi prosessiohjaukseen ja tietoliikenteeseen.
- Työkaluohjelmat: Järjestelmätoimittajan omat ohjelmat, joilla ohjelmoidaan esimerkiksi järjestelmään liitetty pistetietokanta (fyysiset I/O-pisteet ja ohjelmalliset pisteet). Muita hyödyllisiä työkaluohjelmia ovat kytkentäkuvat tuottava ohjelma ja grafiikkaohjelma, jolla tehdään dynaamiset prosessikuvat esimerkiksi IV-koneista ja lämmönvaihtimista. Työkaluohjelmat voidaan yhdistää myös ohjelmapaketiksi, jossa eri ohjelmien tiedot ovat muiden työkaluohjelmien käytävissä ja näin saadaan varmistettua myös eri osien yhteensopivuus ja virheettömyys. Työkaluohjelmien käytön edut ovat kiinteistökohtaisen automaatiojärjestelmän ohjelmoinnin nopeutumisessa, ja työtuntien säästäminen näkyy suoraan järjestelmän hinnassa.
- Laitoskohtaiset logiikkaohjelmat: Ohjelmat, joita ei voida toteuttaa normaaleilla sovellusohjelmilla. Logiikkaohjelmoinnin työkaluohjelma on yleensä järjestelmäkohtainen, jolloin se ei ole siirrettävissä järjestelmästä toiseen. Logiikkaohjelmat sijaitsevat usein alakeskuksissa ja ne lisäävät laitoskohtaista ohjelmointimahdollisuutta suuresti. Tällöin puhutaan vapaasti ohjelmoitavasta alakeskuksesta.
- Prosessin hallintaohjelmistot: Prosessin hallintaohjelmistoina käsitellään tässä yhteydessä tyypillisen hajautetun alakeskustason ohjelmistoja, joilla hallitaan säädettäviä prosesseja. Näitä ohjelmia ovat mm. aikaohjelmat, tapahtumaohjelmat, pakko-ohjaukset, energianhallintaohjelmat, hälytysten käsittely jne. LVI-prosessien osalta eri prosessin hallintaohjelmia käsitellään tarkemmin kappaleessa 5.1.1.

Parametrisoinnilla tarkoitetaan sovellusohjelmiin liittyvää valintojen tekemistä. Tällöin käyttäjän ei tarvitse osata varsinaisia ohjelmointikieliä, vaan hän tekee valintoja sovellusohjelman kysymyksiin vastaamalla. Näin voidaan lisätä myös sovellusohjelman jous-

tavuutta vastaamaan useampaa käytännön tilannetta. Usein säätimien ohjelmointi rajoittuu parametrien antamiseen.

3.2.3 Valvomot

Valvomolaitteet (PC ja kirjoittimet) sijaitsevat yleensä valvomotilassa, jossa kiinteistönhoitajat työskentelevät. Samassa tilassa voi sijaita myös muiden järjestelmien, kuten turvajärjestelmien, ohjauspäätte. Nykyään on käytössä myös paljon etävalvomoita, joissa hoidetaan usean kiinteistön automaatiojärjestelmien valvonta. Yhteys tällaiseen keskusvalvomoon hoidetaan internetin, asiakkaan oman LAN-verkon tai 3G-modeemin avulla.

Valvomolaitteet ovat yleensä PC-pohjaisia ja käyttöjärjestelmänä on poikkeuksetta jokin Windowsin versio. Myös etä- ja keskusvalvomot ovat PC-laitteita. Jos järjestelmän käyttöliittymä toimii selaimella ja yhteys kohteeseen saadaan internetin kautta, voidaan millä tahansa PC-laitteella olla yhteydessä järjestelmän valvomoon ja ala-asemiin.

3.2.4 Alakeskukset

Alakeskukset sijoitetaan yleensä teknisiin tiloihin, kuten IV-konehuoneisiin, lämmönjakohuoneisiin ja sähkökeskustiloihin. Alakeskusten lukumäärään ja sijoitteluun vaikuttavat kenttälaitteiden kaapelointiin liittyvät kustannukset, jotka pyritään luonnollisesti minimoimaan. Sarjaväylällä toimivat I/O-moduulit voidaan sijoittaa myös suoraan ryhmäkeskukseen, jolloin vältetään ohjaus- ja tilatietojen väliseltä kaapeloinnilta. Alakeskuksia on olemassa rakenteeltaan erilaisia:

- Modulaarinen alakeskus koostuu I/O-moduuleista, jotka asennetaan alakeskuskaapin pohjalle DIN-kiskoon, erilliseen korttikehikkoon tai pistokeliitäntäisiin moduulipohjiin. Erytyypisiä I/O-pisteitä varten on omat I/O-moduulinsa tai voi olla myös yhdistelmäkortteja, joihin voidaan kytkeä useita pistetyyppejä. Modulaarisen alakeskuksen vahvuus on sen joustavuus rakennettaessa eripistemääräisiä ala-asemia ja huollon helppous, jos jokin I/O-moduuli vikaantuu.
- Kiinteäpistemääräinen alakeskus koostuu tyypillisesti yhdestä elektroniikkakortista, johon on mahdollista kytkeä kiinteä määrä fyysisiä liityntäpisteitä. Tällöin myös CPU-osa prosessoreineen ja muisteineen on integroitu samaan korttiin.

Toinen yleinen rakenne on käyttää kahta korttia, joissa toisessa on I/O-pisteet ja toisella CPU-osa. Erityyppiset I/O-pisteet voivat olla kiinteästi määriteltyjä tai osa niistä voi olla vapaasti ohjelmoitavissa kokonaiskapasiteetin rajoissa. Usein kapasiteettia voidaan myös laajentaa lisäkorteilla, jotka asennetaan joko suoraan emolevyille tai toisinaan myös sarjaväylällä erilleen keskusyksiköstä.

- Moduulikotelo alakeskuksena on myös yksi ratkaisuvaihtoehto, mikäli järjestelmä sallii I/O-moduulien hajauttamisen sarjaväylällä. Tällöin koteloon sijoitetaan pelkästään I/O-moduuleita ja ne liitetään läheiseen alakeskukseen, jossa varsinaiset I/O:ta ohjaavat ohjelmat sijaitsevat. Näin voidaan joskus korvata pienipistemääräinen alakeskus ja saada aikaan asiakkaalle edullisempi ratkaisu.

Alakeskuksia on yleensä mahdollista käyttää paikallisilla näyttöyksiköillä. Nämä paikallisyksiköt voivat olla yksinkertaisimmillaan tekstinäyttöjä ja viereen integroituja toimintanäppäimiä, joita käyttämällä saadaan pistetilaraportteja. Monipuolisimmillaan alakeskuskaapin oveen on integroitu värillinen kosketusnäyttö, jolla voidaan pistelistausten lisäksi esittää graafisia prosessikuvia ja tehdä erilaisia käyttötilamuutoksia jolloin toiminnallisuus lähestyy valvomotasoa.

Alakeskukset asennetaan tavallisesti erilliseen laitekaappiin, johon voidaan sijoittaa myös muita prosessin ohjauksessa tarvittavia laitteita. Kenttäkaapelointi tuodaan yleensä liittimille, mistä heikko- ja vahvavirtajohtimet kuljetetaan alakeskuksen I/O-liittimille. Kenttälaitteiden ja alakeskuksen jännitesyöttöä varten on usein erillinen 24 V AC-muuntaja.

3.2.5 I/O-pisteet

Kenttälaitteet liitetään alakeskuksen I/O-moduuleihin. Usein puhutaan fyysisistä liittytäpisteistä erotukseksi ohjelmallisista pisteistä (fiktiiviset pisteet). Ohjelmalliset pisteet johdetaan fyysisistä pisteistä, esimerkiksi käyntiaikamittaus on ohjelmallinen piste.

Erilaisia I/O-pisteitä ovat seuraavat:

- DI-pisteet ovat ns. digitaalisia (binäärisiä) tulopisteitä ja perustuvat kosketintietoon. DI-lyhenne tulee sanoista digital input.

- DO-pisteet ovat digitaalisia lähtöpisteitä ja niiden avulla voidaan toteuttaa ON/OFF-ohjauksia usein 230 V releiden avulla. DO-lyhenne tulee sanoista digital output.
- AI-pisteitä käytetään antureiden mittaustiedoille. Mittausarvo voi olla anturin vastusarvo, jännitearvo tai virta-arvo. Viestit skaalataan alakeskuksessa vastaamaan anturin teknisiä arvoja. Mittaukset toteutetaan AI-moduulilla, jossa on A/D-muunnin, jolla analoginen viesti muunnetaan digitaaliseksi dataksi jota voidaan sitten hyödyntää ohjelmissa. AI-lyhenne tulee sanoista analog input.
- AO-pisteet ovat analogisia lähtöjä, joilla ohjataan portaattomalla jänniteviestillä kenttälaitteita. Alakeskuksen ohjelmiston laskemat ohjausarvot muutetaan analogiseksi jänniteviestiksi, joka yleensä on 0-10 tai 2-20 V DC. Virtaviestimuodot ovat harvemmin käytettyjä viestimuotoja. AO-moduulilla on D/A-muunninpiiri, jolla digitaalisesta tiedosta tuotetaan analoginen ohjausjännite. AO-lyhenne tulee sanoista analog output.
- IMP-pisteet ovat pulssilaskentapisteitä, joita käytetään lähinnä erilaisten kulutustietojen mittaamiseen. Mittarin kosketinlähtö antaa sykäyksen jokaista tiettyä kulutusmäärää kohden. Pulssit summataan pulssilaskentapisteen muistipaikkaan ja skaalataan vastaamaan todellisia kulutusyksiköitä, esimerkiksi 1 pulssi = 10 litraa jne. Pulssilaskentapisteille voi olla moduulityyppi, mutta usein siihen käytetään DI-moduulia. Impulsseille on määritelty minimipituus, jotka elektroniikka kerkeää lukemaan niin, ettei pulsseja menetetä.

3.2.6 Toimilaitteet ja anturit

Kuten jo kappaleessa 3.1.3 tuli ilmi, toimilaitteet ja anturit sijaitsevat automaatiojärjestelmän kenttätasolla ja ne ovat komponentteja, joilla prosessien säätö käytännössä toteutetaan. Alla on lueteltu erilaisia LVI-prosesseihin liittyviä antureita ja kerrottu niiden toimintaperiaatteista:

- Lämpötila-antureiden avulla mitataan lämpötilaa tietyssä kohdassa prosessia. Mittaus perustuu mittaaselementin resistanssin mittaukseen. Lämpötila-antureita on monia eri tyyppisiä ja anturin valintaan vaikuttavat mm. lämpötila-alue jota mitataan, mitattava väliaine, toimintanopeus, asennuspaikka, paineen kesto ja suojausluokka.

- Paine- ja paine-eroantureiden käyttö automaatiojärjestelmissä on lisääntynyt etenkin nesteverkostoissa ja IV-kanavistoissa. Nykyisin ei enää valvota paine-kytkimillä yhtä kytkentäpistettä, vaan käytetään analogisia mittalähettä ja raja-arvot sekä hälytykset toteutetaan ohjelmallisesti alakeskuksissa. Myös monet tarpeenmukaisiin, muuttuviin virtausmääriin perustuvat ohjaustavat vaativat lisää paine-eromittauksia. Paineantureiden toimintaperiaate on useimmiten sellainen, että mitattava paine aiheuttaa pienen muodonmuutoksen tai jännityksen mittauskalvossa, joka sitten muutetaan sähköiseen muotoon.
- Suhteellisen kosteuden mittaus perustuu useimmiten kapasitiiviseen polymeerianturiin. Anturin polymeeri sitoo tai vapauttaa vesihöyryä sen mukaan, paljonko ympäröivässä ilmassa on kosteutta. Polymeeriin sitoutunut vesimäärä puolestaan muuttaa anturin kapasitanssia ja tämän muutoksen anturin elektroniikka muuntaa suhteelliseen kosteuteen verrannolliseksi ulostulojännitteeksi.
- Kaasupitoisuuksien mittaukseen käytetään useita anturitekniikoita, kuten sähkökemiallisia kennoja, katalyytti- ja puolijohdeantureita ja infrapuna-antureita. Yleisin kaasu jonka pitoisuutta rakennusautomaatiojärjestelmässä tulee mitata, on CO₂ eli hiilidioksidi, jonka avulla voidaan toteuttaa tarpeenmukainen ilmanvaihto. Lisäksi voidaan käyttää ilmanlauantureita eli VOC-antureita (volatile organic compound), jotka reagoivat useamman kaasumaisen aineen yhdistelmään, kuten esimerkiksi tupakansavu, vety ja häkä.
- Läsäoloantureilla pyritään havaitsemaan tiloissa olevat henkilöt ja ohjaamaan tämän tiedon avulla esimerkiksi tilakohtaista ilmanvaihtoa, jäähdytystä ja valaistusta. Anturit ovat infrapuna-antureita, joiden avulla havaitaan lämpimän kohteen liike. Ongelmia voi tästä syystä aiheuttaa esimerkiksi tilanne, jossa henkilö työskentelee pitkään paikallaan työpöytänsä ääressä.
- Vesivuotoantureiden määrä on lisääntynyt kasvaneiden kosteusvahinkojen määrän vuoksi. Anturin toiminta perustuu resistanssimuutokseen, joka tapahtuu veden oikosulkiessa anturin lähekkäin olevia johtimia. Käytössä on myös kondensiantureita, joiden toiminta voi perustua myös samanlaiseen tekniikkaan kuin vesivuotoanturillakin tai kastepistelämpötilan määrittämiseen. Mittaamalla ilman suhteellinen kosteus ja jäähdytysyksikön pintalämpötila voidaan laskea, kuinka lähellä ollaan kondensoitumistilannetta.
- Vesimittarit vaaditaan jo kaikissa uusissa asuinkiinteistöissä huoneistokohtaisesti sekä kylmälle että lämpimälle vedelle. Tyypillinen mittari on esimerkiksi yksisuihkuinen kuivalaskuri, jossa vesisuihku pyörittää siipiratasta ja laskuri-

koneistoa. Käytössä on kuitenkin myös monia muita tekniikoita. Vesimittarin liittäminen rakennusautomaatiojärjestelmään toteutetaan joko pulssitietona tai väyläpohjaisesti.

- Lämpömäärälaskureiden avulla mittaamalla virtausmäärät ja verkoston meno- ja paluuvirtauksen välinen lämpötilaero, voidaan laskea teho ja kulutettu lämpömäärä seurantajaksolla. Liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään samalla tavoin kuin vesimittarit.

Nykyään antureiden tiedonsiirto on myös mahdollista toteuttaa langattomasti. Erilaisia langattomia tekniikoita ovat mm. WLAN, Bluetooth, ZigBee ja EnOcean. Langattomuuden avulla saavutetaan monia etuja, kuten kaapelin säästö, helppo ja nopea asennus, muuntojoustavuus ja sijoittelun vapaus. Haittojakin tietysti on, esimerkiksi tehonsyöttö (paristojen vaihto), häiriöherkkyys ja tietoturvallisuus. Langattomia ratkaisuja käytetäänkin usein vain kohteissa, joissa kaapeleiden vetäminen ei ole vaihtoehtona, kuten esimerkiksi arkkitehtuuriltaan suojellut kohteet.

Antureiden lisäksi kenttätasolla on siis myös toimilaitteita, joita ohjataan antureiden mittausten perusteella. Toimilaitteita tarvitaan ilmapuolen peltien ja nesteverkostojen venttiilien ohjaamiseen. Toimilaitteella on oma tärkeä osansa säätöpiirin toiminnassa ja usein keskitytäänkin liikaa mm. antureiden mittaustarkkuuksiin, A/D-muuntimiin ja ohjelmistojen kiertoaikoihin unohtaen toimilaitteen laatuvaatimukset ja sen mitoitus. Säätöön vaikuttavia tekijöitä ovat mm. toimilaitteen ajoaika (molempiin suuntiin), ohjausliikkeen resoluutio, hystereesi ja häiriöherkkyys. Lisäksi toimilaitteet ovat mekaanisina laitteina alttiina kulumiselle, joten usein joudutaan tekemään kompromisseja säätötarkkuuden ja odotettavissa olevan elinkaaren välillä.

Toimilaitteet ovat joko kaksiasentoisia (ON/OFF) tai suhteellisesti (portaattomasti) ohjattavia. Suhteellinen ohjaus toteutetaan yleisimmin 0-10 V DC ohjausviestillä. Toimilaitteiden moottorit ovat useimmiten vaihteistolla varustettuja AC/DC-moottoreita tai toisinaan askelmoottoreita. Käyttöjännitteenä on yleensä 24 V AC/DC tai 230 V AC. Lisäksi harvinaisempia toimilaitetyyppejä ovat sähköhydrauliset ja magneettiset kara-moottorit ja teollisuudessa käytössä olevat pneumaattiset toimilaitteet.

Venttiilien mekaaninen ohjaus tapahtuu liikuttamalla venttiilikaraa lineaarisesti tai kiertämällä. Lineaarinen iskunpituus vaihtelee venttiilin koon mukaan. Turvallisuusominais-

suutena toimilaitte voi olla jousivoimalla avautuva tai sulkeutuva tilanteessa, jossa käyttöjännite katkeaa. Säästöventtiilit ovat tyypiltään yleensä ns. istukkaventtiilejä, joissa karaan kiinnitetty keila tai lautanen muuttaa virtauksen määrää istukan ja keilan välissä. Venttiileillä on useita ominaisuuksia, jotka vaikuttavat sopivan venttiilin valintaan, kuten esimerkiksi virtausyhteet (2-tie tai 3-tie), putkiliitos (kierre- tai laippaliitintä), nimelliskoko, ominaisvirtausarvo, ominaiskäyrä (lineaarinen tai tasaprosenttinen), säätösuhde, sulkupaine, vuotoprosentti, paineluokka jne.

Istukkaventtiilien rinnalle on kehitetty myös säätöön soveltuvia palloventtiilejä, joissa virtauksenohjauslevyn muotoilulla on saatu aikaan tasaprosenttinen ominaiskäyrä, joka soveltuu LVI-prosesseihin. Palloventtiilin etuja ovat mm. pienempi virtauspiikki venttiilin avautuessa, tiiviys ja hyvät virtausominaisuudet osakuormillakin.

Magneettiventtiilit ovat toimilaitteen ja venttiilin yhdistelmä, jossa karan liike synnytetään sähkömagneettisen kelan avulla. Ne soveltuvat ON/OFF-ohjauksiin esimerkiksi käyttöveden katkaisussa kotona/poissa-asetuksella rakennusautomaatiojärjestelmästä.

Ilmanvaihdossa myös peltien toimilaitteet voivat olla ON/OFF-tyyppisiä tai suhteellisesti ohjattavia ja käyttöjännite 24 V AC/DC tai 230 V AC ja säätöviesti 0-10 V DC (2-10 V DC). Sähkökatkon varalle raitis- ja jäteilmapelit ovat usein jousipalautteisia ja nestepatterien jääymistä ehkäistään asentamalla jääymisenestovarmistus ilma-, vesi- tai kondenssipuolella laitteistosta riippuen. Suhteellisesti ohjattavia toimilaitteita tarvitaan erilaisissa LTO- ja kiertoilmaratkaisuissa. Lisäksi myös peltien koko vaikuttaa toimilaitteiden valintaan. Ilmamääräsäätöjärjestelmän toteuttaminen vaatii huomattavan määrän säätöpeltejä kanavistoon. Lisäksi ohjattavia peltejä käytetään nykyään paljon palopelteinä ja savunrajoituspelteinä.

3.2.7 Taajuusmuuttajakäytöt ja EC-moottorit

Taajuusmuuttaja on laite, joka on kehitetty vaihtovirtaa käyttävän oikosulkumoottorin nopeuden säätöön. Kun tasavirtamoottoreita voidaan käyttää jännitettä muuttamalla, täytyy vaihtovirtamoottoreiden ohjauksessa muuttaa lisäksi myös jännitteen taajuutta.

Pumppujen ja puhaltimien tarpeenmukainen ohjaus on tasaisesti kasvanut viime vuosikymmenien aikana. Laitteiden hinnat ovat myös tippuneet tasolle, jossa energiansääs-

töillä on helppo perustella taajuusmuuttajainvestoinnit. Taajuusmuuttajat liitetään rakennusautomaatiojärjestelmiin vielä yleensä suoraan I/O-liitynnöillä, mutta väyläpohjaiset liitynnät ovat kasvussa ja väyläliitynnän avulla saadaan paljon hyödyllistä lisätietoa, kuten esimerkiksi tehonkulutuksen.

Taajuusmuuttajakäytölle on tullut myös vaihtoehdoksi EC-moottori moottorin pyörimisnopeuden säädössä. EC-moottori on elektronisesti kommutoitu tasavirtamoottori (electronically commuted D.C. motor). Oikosulkumoottoreiden hyötysuhde vähenee pienillä taajuuksilla voimakkaasti. Pienillä (alle 20 Hz) taajuuksilla moottorin ja taajuusmuuttajan yhteinen hyötysuhde aiheuttaa sen, että vaikka taajuutta pienennetään, ei ottoteho pienene. Lisäksi moottori tarvitsisi erillistä jäähdytystä pienillä taajuuksilla. Käytännössä on kuitenkin tarvetta alle 40% pyörimisnopeuksiin, jota 20 Hz edustaa. EC-moottorin hyötysuhde on parempi kaikilla kierroslukualueilla ja ero korostuu pienillä kierroksilla. EC-moottoreiden toiminta-alue on laajempi kuin taajuusmuuttajakäytössä, moottorin säätöalue on 0-100 %. EC-moottoreissa on oma elektroniikka, joka hoitaa tehonsäädön eikä mitään ulkopuolisia tehonsäätölaitteita tarvita. Pyörimisnopeutta voidaan ohjata automatiikasta 0-10 V DC standardilla ohjausviestillä tai väyläliitynnällä mikäli tämä on mahdollista. EC-moottoreiden heikkoutena on se, ettei niitä ole vielä tarjolla suuremmissa teholuokissa (yli 5 kW).

3.2.8 Itsenäiset säätimet

Itsenäisiä säätimiä ovat laitteisiin integroidut säätimet ja erilliset huonesäätimet. Integroituja säätimiä liittyy esimerkiksi ilmanvaihtokoneisiin, lämmönvaihtimiin ja taajuusmuuttajiin. Integroitu säädin liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään sarjaväylällä. Mikäli esimerkiksi ilmanvaihtokoneessa on integroitu säädin, tulee se pystyä liittämään väylällä rakennusautomaatiojärjestelmään, tai sitten integroitu säädin täytyy ohittaa ohjauksessa ja kaikki anturit yms. liittää suoraan automaatiojärjestelmään omina I/O-pisteinään. Huonesäätimien avulla voidaan hoitaa esimerkiksi 1-4 huoneen automaatiotarpeet. Huonesäädin voi sijaita esimerkiksi huoneen seinällä, jolloin sen avulla voi valita esimerkiksi huoneen lämpötilan ja puhallinkonvektorin kierrosnopeuden. Säätimen toiminnot riippuvat siitä, millaiset järjestelmät tilassa on. Huonesäätimeen voi liittyä esimerkiksi seuraavia ohjauspisteitä: lämmitysradiaattoriventtiilin ohjaus, jäähdytyspalkin venttiilin ohjaus, IMS-yksikön ilmamääräpeltien ohjaukset, valaistuksen ohja-

us yms. Yleisesti säätöjen ja valaistuksen toiminta aloitetaan läsnäolotunnistimien tietojen perusteella ja lisäksi sisääntulopisteinä voi huonesäätimessä olla mm. huone- tai kanavalämpötila-anturi, ilmamääräanturi, hiilidioksidianturi yms. Käyttäjä voi yleensä vaikuttaa huonelämpötilaan poikkeuttamalla sitä huonesäätimellä joitakin asteita valvomosta määritellyn perusarvon molemmin puolin. Huonesäätimet liittyvät sarjaväylällä lähimpään alakeskukseen ja sitä kautta edelleen valvomoon, jossa pisteiden tilatiedot ovat nähtävissä ja tarvittavat ohjausmuutokset tehtävissä.

3.2.9 Kaapelointi

Järjestelmien välisten erojen takia tarvittava kenttäkaapelointi voi vaihdella mm. seuraavista syistä: mittausperiaate, toimilaitteiden toimintaperiaate sekä toimilaitteen käyttöjännite. Näin ollen kaapelointi on toteutettava järjestelmätoimittajan ohjeiden mukaan. Joissain tapauksissa kenttälaitteet voidaan liittää myös väylätekniikan avulla automaatiojärjestelmään. Väyläpohjaisesti saatetaan liittää esimerkiksi taajuusmuuttaja, yksikösäädin tai energialaskuri.

Automaatiosalla (alakeskuksissa) tiedonsiirto on perinteisesti toteutettu RS-485 fyysisellä tasolla joko suljetuilla tai avoimilla protokollilla. Yhä useammassa järjestelmissä alakeskusten välinen tiedonsiirto perustuu TCP/IP-protokollaan, mikä avaa monia mahdollisuuksia hyödyntää nopeasti kehittyvää IT-tekniikkaa kiinteistöissä.

3.3 Väylät

Kenttäväylän teoria on koottu ST-Käsikirjan 21 (2006) kappaleista 3.2 – 3.7 ja eri kenttäväyläratkaisujen vertailu saman kirjan kappaleesta 12.1.

Kenttäväylä on digitaalinen, kaksisuuntainen väyläliityntäinen tiedonsiirtoratkaisu, joka yhdistää älykkäät mittaus- ja ohjauslaitteet, muun automaation, näytöt ja käyttöliittymät. Kenttäväylän ominaisuudet painottuvat hajautettuun, prosessien lähellä tapahtuvaan toimintaan. Perustava ero perinteisen johdotuksen ja kenttäväylän välillä on se, että edellisessä tieto kulkee yleensä vain kahden kiinteän aseman välillä (vertaa puhelimeen) kun jälkimmäisessä kaikki voivat puhua tai kuunnella (vertaa radioliikenteeseen). Pu-

huminen yhtä aikaa ei kuitenkaan yleensä onnistu, joten väyliä varten täytyy olla protokolla eli käytäntö jonka mukaan puheenvuorot jaetaan.

Kenttäväylät ovat kenttäinstrumentoinnin digitaalisia sarjamoituisia tietoliikennejärjestelmiä, jotka käyttävät siirtotienään parijohtoa, valokuitua tai radioverkkoa. Samaan kenttäväylään kytketään usein eri valmistajien laitteita. Tästä seuraa, että tietoliikenteen lisäksi myös laitteissa toimivien tiedonkäsittelyprosessien tulee olla riittävän yhdenmukaisia, jotta ne pystyvät käyttämään toisista laitteista siirrettyjä tietoja.

3.3.1 Väyläratkaisulla saavutettavat edut

Kenttäväylä tuo mukanaan hajautetun arkkitehtuurin, jossa huomattava osa toiminnoista siirtyy kenttälaitteiden suoritettavaksi. Yksittäisillä väylään liitetyillä laitteilla on valmius toteuttaa useita sellaisia perustoimintoja, jotka vielä nykyisin hoidetaan järjestelmässä. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi suodatus, skaalaus, muunnokset, koodaus, mielekkyystarkistukset, jne.

Kenttäväylän yksinkertaisuudesta johtuen myös ylläpidon kustannuksen vähenevät. Järjestelmän pelkistys tarkoittaa parempaa käyttövarmuutta. Kenttäväyläjärjestelmän myötä operaattorille on mahdollista nähdä kaikki järjestelmän laitteet ja hän voi tutkailla yksittäisten laitteiden vuorovaikutusta. On-line-diagnosointi mahdollistaa mm. ennustavaa ylläpitoa ja huoltoa ja yksinkertaistaa monenlaisia tehtäviä mm. laitekalibrointia. Ohjausjärjestelmät ja kenttälaitteet ovat suunnilleen saman hintaisia kuin perinteiset laitteet.

Kenttäväylän yleistymisen myötä olisi mahdollista yhdenmukaistaa käyttöliittymiä. Tämä edellyttäisi kuitenkin entistä kiinteämpää yhteistyötä eri toimittajien kesken. Toisaalta kenttäväylän myötä tulee markkinoille täysin uuden sukupolven laitetekniikkaa, joten koulutuksen merkitys kasvaa jatkuvasti. Jo laitteisiin sisältyvän älyn täysimittainen hyödyntäminen edellyttää uudentyyppistä ajattelua sekä suunnittelussa että käytössä ja ylläpidossa. Keskinäinen käytettävyys ja laitteiden vaihdettavuus ilman toimintojen menetystä on tulevan automaatiostandardin perusehto. Vain siten taataan käyttäjälle vapaus valita paras ja taloudellisin laiteratkaisu jokaiseen tarpeeseen. Laittevalmistajat joutuvat lähiaikoina tekemään vaikeita valintoja tuotteittensa varustuksessa: valmistaa-

ko laitteita, jotka tukevat perinteistä 4–20 mA -tekniikkaa vai kenttäväyläyhteensopivia laitteita. Ratkaisun ajankohta vaikuttaa laitevalmistajien asiakaskunta ja sen valmius ja halu siirtyä uuteen tekniikkaan.

Käyttöönotto on helppoa, koska kenttälaitteiden parametrit voidaan asettaa ohjelmallisesti väylän kautta. Myös automaatiojärjestelmän ylläpitokustannukset ovat alhaiset. Siitä saatava etu on myös se, että kenttälaitteet hälyttävät vikadiagnostiikan havaitsemista virhetoiminnoista väylän kautta valvomoon. Kenttälaitteita voidaan lisätä väylään joustavasti järjestelmän toimiessa. Ei tarvitse vetää uusia kaapeleita johdinparien määrän loppuessa eikä tarvitse asentaa uusia ristikytkentä- tai kaapelipäätekateloita.

Kenttäväylän hajautettu arkkitehtuuri tarkoittaa sitä, että toiminnot siirtyvät enenemässä määrin kenttälaitteiden suoritettavaksi. Yksittäisillä väylään liitetyillä laitteilla on nykyisin valmius toteuttaa perustoimintoja. Erilaisten laitteiden ja sovellusten kirjo kasvaa jatkuvasti. Ajallinen kalibrointi on mahdollista. Kytkentävirheiden mahdollisuus pienee ja korjaukset nopeutuvat. Kustannussäästöjä on saatavissa automaation kaikilla alueilla.

3.3.2 Eri kenttäväyläratkaisut ja niiden vertailu

Markkinoilla on todella suuri määrä väyläpohjaisia järjestelmiä ja niitä tulee kokoajan uusia ja osa vanhoista poistuu markkinoilta. Tästä syystä tässä opinnäytetyössä ei keskitytä mihinkään tiettyihin väylätekniikoihin. Väyläpohjaista yhteystapaa määriteltäessä, ensimmäiset vaatimukset liittyvät siihen, kuinka suurta tietomäärää siirretään ja kuinka luotettavaa se on. Uusin tekniikka ei aina ole paras vaihtoehto, koska esimerkiksi hidas siirtonopeus voi riittää yksinkertaiseen ja pieneen sovellutukseen. Kaikissa tapauksissa on kuitenkin mietittävä järjestelmän laajennusmahdollisuuksia ja mahdollisia liityntöjä muihin järjestelmiin.

Eri kenttäväyliä keskenään vertailtaessa tärkeimmät kriteerit ovat seuraavat:

- Tekniset ominaisuudet, kuten tiedonsiirtoprotokolla, tiedonsiirtokapasiteetti ja käytettävissä olevat fyysiset siirtotiet (parikaapeli, koaksiaalikaapeli, valokaapeli, radiotaajuus, infrapunayhteys)

- Tuotekehitystuki, eli laitteisto- ja ohjelmistotarjonta sekä kehitystyökalujen saatavuus ja niihin liittyvät ehdot
- Lisenssimaksut. Tuotekehityslisenssi voi sisältyä hankittavan kehitystyökalun hintaan tai sen edellytyksenä voi olla järjestelmän taustavoimina toimivien järjestöjen jäsenyys. Tällä asialla on erittäin suuri merkitys järjestelmän todellisen avoimuuden kannalta
- Markkina-asemalla on merkitystä, sillä vahva markkina- asema mahdollistaa paremman tuotekehitystuen ja saatavuuden sekä yleensäkin paremmat edellytykset kansainväliselle kaupalle
- Tuotteiden tarjonta ja sovellusalue. Mitä laajempi on tuotteiden tarjonta ja mitä useampiin sovelluksiin järjestelmää voidaan käyttää, sitä paremmat edellytykset ovat olemassa järjestelmän yleistymiselle ja käytön lisääntymiselle
- Liitettävyys muihin järjestelmiin, kuten lähiverkkoihin (LAN), alueverkkoihin (WAN) ja yleiseen televerkkoon
- Standardointiasema

4 KOTIAUTOMAATIO

Kuvittele tilannetta, jossa aamulla heräät ja alat valmistautua töihin lähtöön. Yön aikana kotisi lämpötila ja ilmanvaihto on ollut automaattisesti tiputetulla tasolla erillisen aika-tilauhohjelman mukaan ja hieman ennen heräämistäsi ne palautuvat automaattisesti normaalille tasolle. Kun nouset sängystä, painat yhtä painiketta makuuhuoneesi oven vieressä, jolloin halutut valot syttyvät yhtä aikaa keittiöön ja olohuoneeseen. Halutessasi myös kahvinkeitin on ajastettu toimimaan automaattisesti, jolloin kahvi on valmiina odottamassa sinua keittiössä. Hoidat aamutoimesi ja lähtiessäsi töihin painat ulko-oven vieressä olevan kytkimen poissa-tilaan, jolloin lämmitys ja ilmanvaihto laskevat jälleen tiputetulle tasolle säästäten energiaa ja tämän lisäksi veden tulo rakennukseen katkeaa estäen vesivahingot ja sähköt katkaistaan halutuista pisteistä, estäen turhan sähkönkulutuksen ja sinun ei tarvitse miettiä jäikö kahvinkeitin päälle. Töissä ollessasi tajuat, että päiväsi venyy tänään iltaan asti. Avaat tabletillasi kotisi automaatiojärjestelmän käyttöliittymän ja laitat saunan päälle, niin että se on valmis tullessasi töistä kotiin. Nämä kaikki mainitut asiat ja paljon muitakin on jo mahdollista toteuttaa automaatiojärjestelmien avulla, parantaen sekä kotisi energiatehokkuutta ja turvallisuutta että asumisen viihtyvyyttä.

Edellä mainitut asiat on mahdollista toteuttaa kotiautomaatiojärjestelmän avulla. Tällä hetkellä ei ole vielä vakiintunut tiettyä käsitettä, millä tarkoitetaan asuinkiinteistöjen automaatiojärjestelmiä, vaan käytössä on monia erilaisia vaihtoehtoja kuten esimerkiksi taloautomaatio, älytalo, älykoti, kodinohjausjärjestelmä jne. Kaikilla näillä tarkoitetaan kuitenkin pääosin samaa asiaa ja tässä työssä käsitteenä käytetään kotiautomaatiota. Työssä käsitellään lisäksi kotiautomaatiojärjestelmiä vain pientalojen osalta.

Kotiautomaatio on rakennusautomaation osa-alue, jolla tarkoitetaan asumiseen tarkoitettujen kiinteistöjen rakennusautomaatiojärjestelmiä, joiden avulla mm. parannetaan kiinteistön turvallisuutta, viihtyvyyttä ja energiataloudellisuutta. Kappaleessa 4.1 on kerrottu kotiautomaation erityispiirteitä ja mitä tulee erityisesti ottaa huomioon suunnitelmaessa kotiautomaatiojärjestelmän hankintaa. Myöhemmin kappaleissa 4.3 ja 4.3.1 on käsitelty kotiautomaatiojärjestelmän hankintaa ja sitä kuinka nopeasti järjestelmä voi maksaa itsensä takaisin.

4.1 Erityisesti huomioitavaa kotiautomaatiossa

Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne poikkeaa kotiautomaatiossa huomattavasti suurempien kiinteistöjen rakennusautomaatiojärjestelmistä, koska laajemmat automaatiojärjestelmät ovat myös fyysiseltä kooltaan huomattavasti suurempia. Kotiautomaatiojärjestelmissä ei tarvita erillisiä valvomohuoneita, ja usein myös alakeskukset ovat kooltaan niin pieniä, että ne saa asennettua lähestulkoon mihin vaan, eikä suuria erillisiä alakeskuskaappeja tarvita.

Kotiautomaatiota suunniteltaessa ja toteutettaessa käytön helppoutteen tulee myös kiinnittää erityistä huomiota, koska järjestelmän hankkija myös useimmiten käyttää järjestelmää eikä välttämättä ole teknisellä taustalla varustettu henkilö, eikä käytettävissä ole esimerkiksi huoltomiestä tai muuta asiaan kunnolla perehtynyttä henkilöä toisin kuin suuremmissa kiinteistöissä. Suurin yksittäinen tekijä automaatiojärjestelmän käytön helppoudessa on järjestelmän käyttöliittymä. Käyttöliittymiä on käsitelty työssä kappaleessa 3.2.1.

4.2 Kotiautomaatiojärjestelmän osa-alueet

Kotiautomaatiojärjestelmä voidaan jakaa erilaisiin osa-alueisiin, joista alla oleva jaottele on eräs esimerkki. Automaatiojärjestelmän hankkija yleisesti painottaa jotakin näistä osa-alueista hankkiessaan järjestelmää ja haluaa järjestelmän parantavan juuri sitä tiettyä osa-aluetta kodissaan. LVI-järjestelmien liittyminen kotiautomaatioon käsitellään tarkemmin omassa kappaleessaan 5.

4.2.1 Turvallisuus

Kotiautomaation turvallisuus käsittää osa-alueena esimerkiksi rakennuksen palovaroitimet, ulko-ovien sähkölukot, kameravalvonnan, lasirikkoilmaisimet yms. Kaikki järjestelmät mitkä parantavat rakennuksen turvallisuutta kuuluvat tähän osa-alueeseen ja tämän osa-alueen järjestelmiä voidaan myös integroida toimimaan yhdessä muiden osa-alueiden kanssa mm. siten, että palohälytys katkaisee sähkönsyötön laitteille ja pysäyttää ilmanvaihdon.

4.2.2 Asumismukavuus

Asumismukavuutta parantavia asioita ovat esimerkiksi tilanneohjattu valaistus, sisäilman laadun valvonta (hiilidioksidi, kosteus, lämpötila) ja yöviilennyksen automaattinen toiminta. Asumismukavuutta parantamalla ei saada aikaan säästöjä, mutta asumismukavuus on asia, mitä ei voi puhtaasti rahassa mitata. Kotiautomaatiojärjestelmän hinta myös nousee äkkiä hyvin korkeaksi, mikäli asumismukavuuden toimintoja lähdetään lisäämään, koska esimerkiksi valaistuksen toteuttaminen automaation avulla on huomattavasti kalliimpaa kuin perinteisellä tavalla.

4.2.3 Energiatehokkuus

Energiatehokkuutta voidaan kotiautomaation avulla parantaa mm. tarpeenmukaisella käytöllä valaistuksessa, ilmanvaihdossa ja lämmityksessä. Lisäksi kulutuksen seurannan avulla nähdään selvästi mikä energiaa kuluttaa ja milloin, jolloin voidaan järjestelmien toiminta optimoida energiansäästöjen kannalta. Yleisesti on myös tiedossa, että kun käyttäjä näkee oman käyttönsä aiheuttaman kulutuksen, pyrkii hän vähentämään sitä.

4.2.4 Älykäs talotekniikka

Älykäs talotekniikka käsittää mm. koko talon lämmitys-, ilmanvaihto, vesi- ja sähköjärjestelmät. Näitä järjestelmiä voidaan kotiautomaation avulla ohjata esimerkiksi kotona poissa –kytkimen avulla ja erilaisin aikatauluohjauksin. Lisäksi näiden järjestelmien ohjauksia voidaan hyödyntää mm. energiatehokkuuden parantamisessa ja asumismukavuudessa tehostamalla ilmanvaihtoa tarpeen mukaan. Myös turvallisuutta voidaan parantaa katkaisemalla vedensyöttö rakennuksessa kun siellä ei ole ketään paikalla.

4.3 Automaatiojärjestelmän hankinta ja järjestelmän takaisinmaksuaika

Markkinoilla on jo erittäin monia toimijoita ja määrä tulee varmasti vaan kasvamaan tulevaisuudessa, kun kotiautomaation määrä tulee kasvamaan. Järjestelmän hankkijalle vaikeinta saattaa olla valita itselleen oikeanlainen järjestelmä monien vaihtoehtojen jou-

kosta ja varsinkin, kun eri toimijat harvoin hallitsevat monia järjestelmiä ja osaavat suositella vain jotakin tiettyä järjestelmää, jolloin eri vaihtoehtojen vertailu jää itselle. Koti-automaatiojärjestelmän toteuttamisesta sähkösuunnittelijan näkökulmasta projektina omakotitalorakentajalle on Hannu Kaarakka tehnyt oman opinnäytetyönsä vuonna 2011 ja hän ottaa pohdinnassaan kantaa tähän asiaan:

Omakotirakentaja ei myöskään yleensä itse tiedä tarkasti sitä, mitä hän haluaa ja tarvitsee uuteen taloonsa. Siten on sähkösuunnittelijan tehtävä kertoa millaisia järjestelmävaihtoehtoja on saatavilla. Suunnittelijan tulee myös osata suunnitella järjestelmä asiakkaille. Eri järjestelmät poikkeavat sisällöltään ja sähkösuunnittelun osalta toisistaan. Toteuttamalla tämän suunnittelutyön ja perehtymällä tarkemmin suunnittelun, asennuksen ja ohjelmoinnin saloihin voidaan madaltaa kynnystä ymmärtää muita vastaavatyypisiä järjestelmiä. (Kaarakka 2011, 37)

Järjestelmien toiminnallisuudet poikkeavat huomattavasti toisistaan ja järjestelmää hankkivan tulisikin jo hyvissä ajoin tietää mitä toiminnallisuuksia järjestelmältä haluaa nyt ja mahdollisesti tulevaisuudessa. Tekniikka ei enää rajoita toiminnallisuuksia ja voidaan sanoa, että kaikki on tekniikan puolesta toteutettavissa; järjestelmän hinta vaan kasvaa huomattavan suureksi kun siihen lähdetään lisäämään paljon eri toiminnallisuksia. Tärkeää onkin miettiä tarkkaan mitä järjestelmältä oikeasti haluaa. Järjestelmän suunnittelu tulisi toteuttaa yhdessä muun talotekniikan suunnittelun kanssa, jolloin eri toiminnallisuuksien toiminta voitaisiin helpoiten varmentaa. Järjestelmän asennus on helpoin toteuttaa talon rakennusvaiheessa, jolloin automaatiojärjestelmän vaatimat johdotukset voidaan hoitaa samaan aikaan muiden samanlaisten töiden kanssa.

Järjestelmän takaisinmaksuajan määrittäminen on erittäin hankalaa automaatiojärjestelmän tapauksessa, koska järjestelmän käyttö riippuu niin paljon käyttäjästä itsestään. Asumismukavuutta parantavia toimintoja ei voi rahassa mitata, eivätkä ne suoraan aiheuta säästöjä. Säästöt, joita automaatiojärjestelmän käytöllä syntyy, aiheutuvat suurimmalta osin järjestelmien tarpeenmukaisen käytön avulla. Muita suoria säästöjä aiheuttavia asioita ovat esimerkiksi turvallisuuden parantumisen kautta saadut alennukset vakuutuksissa.

Kappaleessa 6.2 on käsitelty Ympäristöministeriön oppaassa Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen (2012) esiteltyä rakennuksen automaation energiatehokkuusstandardia. Standardissa on esitetty kerroinmenetelmä, jolla voidaan arvioida sitä, kuinka paljon rakennuksen energiankulutus laskee tietyn tasoisella automaatiojärjestelmällä. Petteri Nummi on myös tutkinut opinnäytetyössään eritasoisten kotiautomaatiojärjestelmien kustannuksia ja niillä saavutettavia säästöjä standardin pohjalta. Hän päätyi laskelmissaan tulokseen, että korkean tason automaatiojärjestelmällä, joka kuuluu standardin luokkaan B, voidaan saavuttaa 150 m² omakotitalossa 14 vuoden takaisinmaksuaika. Korkean tason automaatiojärjestelmään oli Nummen suunnitelmassa sisällytetty rikosilmoitinjärjestelmä, paloilmaisimet, pistorasioiden ohjaus, lämmityksen ohjaus, ilmanvaihdon ohjaus, valaistuksen ohjaus, sähkön ja veden kulutuksen mittaus, käyttöveden katkaisu, keskitetty ohjaus ja käytönvalvonta ja mahdollisuus etävalvontaan ja -ohjaukseen. Alla on taulukko Nummen laskelmista:

TAULUKKO 1. Vuotuinen energiansäästö (Nummi, Petteri. 2001)

	Yksikkö	Lämmitys	Laitesähkö
Energian tarve	kWh/a	21618	12200
BAC kerroin	B (edistynyt)	0,88	0,93
Korjattu energian kulutus	kWh/a	19024	11346
Energian säästö	%	14	8
Takaisinmaksu aika	vuotta	14	

Yllä oleva on tietysti vain yksi esimerkki laskelmista, mutta voidaan selvästi sanoa, että kotiautomaatiojärjestelmää voidaan helposti myös markkinoida säästöjen avulla, eikä pelkästään asumismukavuuden parantumisella. Tarkkojen laskelmien tekeminen vaatii kuitenkin tarkat tiedot kohteeseen tulevasta järjestelmästä ja hinnoista, joten tässä työssä ei takaisinmaksuaikaa tämän tarkemmin käsitellä.

5 KOTIAUTOMAATION HYÖDYNTÄMINEN LVI-JÄRJESTELMIEN OHJAUKSESSA

LVI-järjestelmien automaatio on toiminut perustana rakennusautomaatiolle, koska lämpö-, vesi- ja ilmastointijärjestelmien mittaaminen ja säätäminen on ollut tärkeää jo järjestelmien kehittämisen alkuaikoina jotta järjestelmät toimisivat oikein. Alkuaikoina säätäminen oli manuaalista, ja se hoidettiin paikallisten mittareiden avulla. Automaattinen säätö alkoi tulla pikkuhiljaa mukaan lämpötilan, pinnankorkeuden ja virtauksen säätöön. Uusien LVI-järjestelmien kehittämisen myötä, kuten esimerkiksi koneellinen ilmanvaihto, luotettavan säädön ja valvonnan merkitys on aina vain kasvanut järjestelmän oikean toiminnan kannalta. Automaatiotekniikka on aina kehittynyt prosessiteollisuuden tarpeita mukaillen ja siirtynyt sieltä hiljalleen rakentamiseen.

LVI-järjestelmien automaatiolla pyritään luomaan rakennukseen oikeanlaiset olosuhteet ja vähentämään rakennuksen energiankulutusta. Automaation avulla pyritään myös varmistamaan järjestelmien toiminta ja ilmaisemaan mahdolliset ongelmat. Lisäksi ilman toimivaa säätötekniikkaa ei LVI-järjestelmiä saataisi toimimaan suunnitellulla tavalla. Automaatiojärjestelmän avulla säädön toimivuus voidaan varmistaa käyttämällä trendikäyriä hyödyksi ja tarkastelemalla jäävätkö jotkin säädöt huojumaan, jolloin säätö ei toimi oikein. ST-Käsikirjan 22 (2008) kappaleessa 6 kerrotaan tarkemmin trendien hyödyntämisestä ja säätöjen virittämisestä.

LVI-järjestelmistä pääosassa automaation kannalta ovat ilmastointi ja lämmitys. Näissä järjestelmissä säätötekniikan määrä on huomattavasti suurempi kuin muissa järjestelmissä. Automaatiolaitteiden avulla voidaan ensisijaisesti toteuttaa näiden järjestelmien kaksi perustehtävää:

- Fyysiset perussäätö-, hälytys- ja aikaohjaustoiminnot (korvaa perinteiset analogiasäätimet, hälytystaulut ja kellokytkimet)
- Ohjelmalliset optimointi-, seuranta-, tilastointi- ja graafiset toiminnot

(ST-kortti 710.10, 2007, s. 1)

Alla on ensin kerrottu yleisesti LVI-järjestelmistä kotiautomaatiojärjestelmissä ja kuinka automaatiojärjestelmän hankkiminen vaikuttaa LVI-suunnitteluun. Tämän jälkeen eri LVI-järjestelmät on eritelty ja kaikista kerrottu mitä kaikkea automaation avulla voidaan

esimerkiksi toteuttaa järjestelmien ohjauksessa. Kaikkia mahdollisia ohjauksia ei ole mahdollista edes listata, koska niitä on käytännössä loputon määrä. Työn liian laajenemisen takia eri järjestelmien perinteisiä ohjaustapoja ei käsitellä tarkasti, ellei kirjoittaja koe sitä tarpeelliseksi automaation kannalta.

5.1 Kotiautomaatio ja LVI-järjestelmät

Pientaloissa LVI-järjestelmät eivät ole kenties yhtä monimutkaisia, kuin suurissa kiinteistöissä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että pientalojen automaatiojärjestelmien toteuttaminen olisi samassa suhteessa helpompaa. Asuinrakennuksissa loppukäyttäjä on yleensä tarkempi vallitsevista olosuhteista ja lisäksi järjestelmän käyttäjä voi omistaa kiinteistön itse, jolloin järjestelmien oikea toiminta on hänelle erityisen tärkeää. Lisäksi järjestelmän käyttäjä ei välttämättä ole teknisellä taustalla varustettu henkilö, jolloin järjestelmän helppo käytettävyys tulee ottaa erityisesti huomioon.

LVI-järjestelmien automaation avulla voidaan vaikuttaa kotiautomaatiojärjestelmän kaikkiin osa-alueisiin: turvallisuuteen, energiatehokkuuteen, asumismukavuuteen ja älykkääseen talotekniikkaan. Tästä johtuen myös suurimmat säästöt kotiautomaatiolla on mahdollista saavuttaa, mikäli siihen sisällytetään mahdollisimman monipuolisesti myös LVI-järjestelmien ohjaus.

5.2 Prosessinhallintaohjelmistot

Teoria prosessinhallintaohjelmistoista on koottu ST-Käsikirjan 17 (2012) luvusta 5.7.

LVI-järjestelmien ohjaaminen kotiautomaatiojärjestelmän avulla toteutetaan erilaisten prosessinhallintaohjelmistojen avulla. Ohjelmistot sijaitsevat automaatiojärjestelmän alakeskustasolla ja niitä käytetään alakeskuksen käyttöliittymällä joko paikallisesti tai esimerkiksi internet-yhteyden välityksellä mikäli mahdollista. Alakeskuksen käyttöjärjestelmä tulee olla suunniteltu niin, että halutut ohjelmistot on mahdollista toteuttaa sen avulla. Kaikki prosessinhallintaohjelmistot tehdään sovellusohjelmoinnin avulla, jossa määritellään ohjattavien prosessien toimintaperiaatteet ja niihin liittyvät I/O-pisteet sekä

erilaiset riippuvuudet muihin ohjelmiin. Sovellusohjelmointikieli riippuu automaatiojärjestelmän valmistajasta. Sovelluskehittimet ovat harvoin loppukäyttäjälle tarpeellisia.

Erilaisia prosessinhallintaohjelmistoja ovat esimerkiksi:

- Säättöohjelmat, jotka ymmärretään yleensä laajemmaksi kokonaisuudeksi kuin yksittäiset säätöpiirit. Säättöohjelma kootaan monenlaisista ohjelmalohkoista, kuten PID-säätimistä, kaskadisäätöpiireistä jne.
- Aikaohjelmat, jotka tyypillisesti koostuvat viikko-ohjelmasta sekä kalenteripohjaisesta erikoispäiväohjelmasta. Viikko-ohjelmassa on mahdollista määrittellä eri päiville esimerkiksi erilaiset käyttöajat. Kalenteriohjelmassa voidaan lisäksi määrittellä erikseen esimerkiksi lomajaksot, jolloin ei noudateta perinteistä viikko-ohjelmaa. Lisäksi usein on myös mahdollista tehdä tilapäisiä muutoksia aikaohjelmiin, jotka ovat voimassa esimerkiksi vuorokauden vaihtumiseen asti.
- Tapahtuma-ohjelmat ja pakko-ohjaukset, joita käytetään määrittämällä ohjelmaan valvottavat I/O-pisteet ja tilamuutos, joka käynnistää tapahtumaohjelman. Tapahtuman seurauksena voi olla esimerkiksi se, ettei vedentuloa katkaista, jos pesukone on päällä. Pakko-ohjauksista ja lukitusohjelmista puhutaan, mikäli tapahtumaohjelma toteuttaa erilaisia loogisia lukituksia. Tyypillisiä esimerkkejä ovat ilmanvaihdon hätäpysäytys ja ilmanvaihdon lämmityspatterin jäätyminen-suojaus.
- Energianhallintaohjelmistojen tavoitteena on ohjata laitteita mahdollisimman energiataloudellisesti. Energianhallintaohjelmistot ovat aina tapauskohtaisia, ja niiden soveltaminen täytyykin aina tarkistaa tapauskohtaisesti. Erilaisia energianhallintaohjelmistoja ovat esimerkiksi:
 - Optimoitu käynnistys tai pysäytys, jonka avulla ohjelma pyrkii optimoimaan esimerkiksi lämmityksen aloitus- ja lopetushetken jaksottaisessa käytössä olevassa rakennuksessa. Ohjelma on yleensä itseoppiva. Uusimmissa ohjelmistoissa on mahdollista huomioida myös sääennusteet ohjaavana elementtinä.
 - Yötuuletus, jolla tarkoitetaan ilmanvaihtokoneen käyttöä yöaikaan rakennuksen rakenteiden viilentämiseen, jolloin voidaan vähentää koneellisen jäähdytyksen tarvetta. Pientaloissa hieman hankala toteuttaa, koska ihmisiä on paikalla myös yöaikaan.

- Entalpiaohjaus, jaksottaisohjaus ja huipputehon rajoitus, joita ei tarvitse tässä työssä käsitellä tarkemmin, koska niitä hyödynnetään suurissa kiinteistöissä.
- Hälytysten käsittely on myös oma ohjelmistonsa, jossa määritellään mm. eri hälytysluokat ja kuinka hälytykset toimitetaan eteenpäin (SMS, sähköposti jne.)
- Historiatietojen tallennus, jolla voidaan määritellä I/O-pisteet, joiden tiedoista pidetään kirjaa ja luodaan esimerkiksi trendikäyriä. Liittyy usein energiaseuran- taan tai olosuhdevalvontaan, mutta voidaan hyödyntää myös ohjattavien järjes- telmien toiminnan valvonnassa.

5.3 Automaatiojärjestelmän vaikutus LVI-suunnitteluun

Rakennusautomaatio- ja LVI-suunnittelun liityntöjen rajapinnat ovat pääasiassa LVI-prosessien säätöjen automatisoinnissa. Rakennusautomaatio-suunnittelija saa LVI-suunnittelijalta tiedot prosessien toimintaperiaatteista ja suunnitelluista ohjaustavoista, jotka sitten automaatio-suunnittelija ottaa huomioon säätö- ja ohjausjärjestelmän suunnitelmissaan ja samalla päättää niiden toteutustavan (ohjelmallisesti tai fyysisin kytkennöin sähköurakassa). LVI-suunnittelija vastaa rakennuksen LVI-järjestelmien valinnasta ja LVI-prosessien toiminnan suunnittelusta, mitoituksista ja tavoiteolosuhteiden määrittelystä. LVI-laitoksen automatisoinnin suunnittelee rakennusautomaatio-suunnittelija saatujen lähtötietojen perusteella sekä valitsee valittuun järjestelmävaihtoehtoon sopivan toteutustavan. LVI-suunnittelijalta saataviin tietoihin tulee liittyä ehdottomasti rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelussa tarvittavat mitoitus tiedot, kuten

- rakennuksiin liittyvät LVI-järjestelmät
- järjestelmien mitoitus tiedot
- moottoriventtiilien mitoitus tiedot
- tavoite- ja mitoitusolosuhteet
- konehuoneet ja kojeistojen sijainnit.

(ST-Käsikirja 17, 2012, s.188)

Asuinrakennuksissa LVI-suunnittelijan on erityisesti kiinnitettävä huomiota laitevalintoihin, koska kaikkia laitteita ei ole välttämättä mahdollista liittää automaatiojärjestelmiin halutulla tavalla. Tulee varmistaa, että valituilla laitteilla on halutut liitännämahdollisuudet ja toiminnallisuudet, että halutunlainen automaatiojärjestelmä voidaan toteuttaa. Kotiautomaatiojärjestelmän suunnittelu on lisäksi aina sitä helpompaa, mitä paremmin ja aikaisemmassa vaiheessa rakennusprojektia tehdään yhteistyötä eri suunnittelijoiden ja järjestelmän hankkijan kanssa, jolloin voidaan yhteistyössä suunnitella eri toiminnallisuudet ja niiden toteuttaminen. Eri suunnittelijoiden välinen yhteistyö on

erityisen tärkeää, mikäli LVI-järjestelmien ohjauksia halutaan integroida eri järjestelmien kanssa, esimerkiksi palorajoitinjärjestelmän ja ilmanvaihdon välinen ohjaus.

Opinnäytetyötä varten haastateltiin myös sähköpostilla yhtä LVI-suunnittelijaa, ja häneltä kysyttiin omia kokemuksia ja mielipiteitä liittyen kotiautomaatiojärjestelmiin. Haastateltavana oli Marianne Nikkola, joka on toiminut Sevire Oyn suunnittelupäällikkönä ja hänelle on kertynyt paljon kokemusta pientalojen LVI-suunnittelusta. Haastattelun kysymykset ja vastaukset ovat työn lopussa liitteenä (2). Tärkeimmät Nikkolan esille nostamat asiat olivat, että usein vielä kotiautomaatiojärjestelmä on niin suppea, ettei se vaadi LVI-suunnittelijalta juuri mitään, tai sitten järjestelmä on niin laaja, että tarvitaan erillinen automaatio-suunnittelija. Lisäksi vastauksista käy ilmi, että kotiautomaatiojärjestelmät ovat vielä murrosvaiheessa; usein niiden hankinta on kiinni pientalon rakentajan halukkuudesta, eikä järjestelmiä vielä pystytä tarjoamaan pakettiratkaisuin. Nikkola korostaa myös laitevalmistajien tärkeyttä siinä, että tarvittavat komponentit olisivat valmiina jo laitteissa.

5.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmän tärkeimmät ominaisuudet ovat sisätilojen lämpötilan hallinta ja ilman vaihtumisen varmistaminen rakennuksessa. Oikealla lämpötilalla luodaan perusteet sisätilojen terveellisyydelle ja viihtyisyydelle. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmän avulla voidaan vaikuttaa muihin sisäilmaston kannalta viihtyisyyteen vaikuttaviin asioihin, kuten esimerkiksi kosteuteen ja hiilidioksidipitoisuuteen.

5.4.1 Ilmanvaihtojärjestelmät pientaloissa

Ilmanvaihtojärjestelmä toteutetaan pientaloissa yleensä samalla tavalla; yhdellä lämmöntalteenotolla varustetulla tulo/poistoilmanvaihtokoneella, perinteisillä sekoittavilla ilmanjakolaitteilla vakioilmavirralla ja ilmanjakokanavat on toteutettu pyöreällä peltikanavistolla. Tarvittava tehostus hoidetaan erillisen puhaltimen ja liesituulettimen avulla. Tietysti toteutustapa voi hieman vaihdella, mutta peruseräite on hyvin samankaltainen, eikä erilaisia toteutustapoja hyödynnetä kuten suurempien kiinteistöjen ilman-

vaihtojärjestelmien kanssa. Lisäksi verrattuna esimerkiksi lämmitysjärjestelmiin ei ole samanlaista vaihtoehtojen määrää.

Ilmamääräsäätiset järjestelmät eivät vielä ole yleistyneet pientaloissa todennäköisesti siitä syystä, että ilmamääräsäätisen järjestelmän toteuttaminen maksaa huomattavan paljon verrattuna tavalliseen vakioilmavirtaiseen järjestelmään eivätkä määräykset vaadi tilakohtaista ohjausta. Ilmamääräsäätisellä järjestelmällä mahdollisuudet erilaisiin ohjauksiin automaation avulla ovat kuitenkin myös huomattavan paljon suuremmat, koska ohjauksia voidaan toteuttaa tilakohtaisesti eikä vain järjestelmäkohtaisesti. Erittelen ilmamääräsäätisen järjestelmän automaation avulla toteutettavat toiminnot omaksi osakseen myöhemmin kappaleessa 5.3.1, koska järjestelmät ovat vielä kuitenkin niin harvinaisia.

Vaikka järjestelmän toteuttaminen onkin yleensä hyvin samankaltainen kohteesta riippumatta, on ilmanvaihtojärjestelmän automaatio monimutkaisin kaikista LVI-järjestelmistä. Lisäksi automaatiota voidaan ilmanvaihtojärjestelmän toiminnoissa laajentaa lähes äärettömästi ja ohjauksia integroida todella monipuolisesti eri järjestelmien kanssa. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmässä riippumatta toteutustavasta säädettävät kohteet pysyvät hyvin samankaltaisina ja niiden määrä on huomattavasti pienempi kuin ilmanvaihdossa. Ilmanvaihtojärjestelmän säätöjen monimutkaisuus johtuu siitä, että sen avulla voidaan vaikuttaa niin moneen asiaan rakennuksessa: lämpöolosuhteisiin niin lämmityksen kuin jäähdytyksen kannalta, kosteuden hallintaan, energian kulutukseen, muiden järjestelmien toimintaan (takkakytkin) jne.

5.4.2 Ilmanvaihtojärjestelmän automaatio

Ilmanvaihtokoneen liittäminen kotiautomaatioon kannattaa tehdä väylän avulla, mikäli tämä on vain mahdollista. Tällöin ilmanvaihtokoneen säätimeltä saadaan kaikki tiedot suoraan kotiautomaatiojärjestelmään, ilman että jokainen piste tarvitsee kytkettä erikseen suoraan kiinni alakeskukseen. Lisäksi pientalojen ilmanvaihtokoneiden valmistajat ovat määrittäneet omille koneilleen tietyt toiminnot, ja näiden kaikkien toimintojen toteuttaminen erikseen automaatiojärjestelmän avulla vaatii todella paljon työtä, jolloin järjestelmän hinta nousee äkkiä.

Ilmanvaihtojärjestelmällä voidaan automaation avulla toteuttaa esimerkiksi seuraavia toimintoja:

Mittaukset:

- Ilmanvaihtokoneen sisäiset mittaukset
 - o Raitis-, tulo-, poisto- ja jäteilman lämpötilat ja kosteudet
 - o Lämpötilat ennen ja jälkeen lämmöntalteenoton, joiden avulla voi laskea lämpötilasuhteen
 - o Paine-ero LTO:n yli (jäätymissuojaus)
 - o Paine-erot suodattimien yli (vaihtotarve)
 - o Paine-ero LTO:n yli (jäätymisensuojaus)
 - o Sähköenergiankulutus puhallinkohtaisesti, jos mahdollista (mahdollistaa SFP-luvun laskennan)
 - o LTO:n ohituspellin asento, mikäli löytyy koneesta
 - o Sähkölämmitteisten patterien tehomittaukset, mikäli koneessa käytetään sähköisiä pattereita
- Muut mittaukset
 - o Tulo- ja poistoilman ilmamäärämittaukset
 - o Paine-eromittaus rakennuksen vaipan yli (voidaan hyödyntää esimerkiksi vaipan tiiveysmittaukseen)
 - o Liesituulettimen käyntitieto

Seuranta:

- Tuloilman lämpötilan riippuvuus ulkoilman lämpötilasta
- Lämmöntalteenoton hyötysuhteen seuranta
- SFP-lukujen seuranta

Hälytykset:

- Kondenssivaarahälytys mikäli tuloilma liian kylmää, eikä kanavaa ole eristetty
- LTO:n hyötysuhteen laskeminen liian alas
- Suodattimien vaihtohälytys
- Koneen käyntihäiriö

Ilmanvaihtojärjestelmän ohjaus:

- Kotona/Poissa –kytkin

- Aikaohjelma
- Erillinen tehostuskytkin (esimerkiksi oleskeluhuoneessa juhlien varalle)
- Kosteissa tiloissa kosteusanturi, jonka mukaan automaattinen tehostus esim. saunomisen jälkeen
- Takkakytkin takan vieressä
- Automaattinen ylipaineistus kun keskuspölynimuri laitetaan päälle
- Ohjaukset huonesäätimien mukaan IMS-järjestelmässä (harvinainen pientaloissa)

Ilmamääräsäätteisellä järjestelmällä mahdollista toteuttaa:

- Huonekohtaiset mittaukset (lämpötila, kosteus, hiilidioksidi jne.), joiden mukaan tehostus tarvittaessa
- Ilmanvaihdon tason säätö huonekohtaisesti esim. läsnäolon perusteella (ei tarvitse tehostaa tai pudottaa koko järjestelmän toimintaa)
- Huonekohtaisten mittausten integrointi muiden järjestelmien ohjauksiin
- Eri järjestelmien mittausten hyödyntäminen (sääasema, ulkolämpötila-anturi jne.)

5.5 Lämmitys

Lämmityksen tavoitteena on ylläpitää rakennuksissa terveelliset ja viihtyisät lämpöolot. Lisäksi lämmityslaitteilla hoidetaan myös käyttöveden ja ilmanvaihtoilman tarvitsema lämmitys. Lämmitysjärjestelmä voidaan jakaa osa-alueisiin joita ovat:

- Primäärienergian lähde (maalämpö, öljy, puu jne.)
 - Lämmön tuotanto- tai siirtotapa (kaukolämpö, sähkö, talokohtainen, huonekohtainen (tulisija))
 - Lämmön jakelutapa (vesikiertoinen, sähkö)
 - Lämmityksen käyttötapa (jatkuva, varaava, jaksottainen)
 - Lämmön luovutustapa (lattialämmitys, patteri, konvektori, säteilijä, ilma jne.)
- (Rakennusten lämmitys, 2001, s.1-2)

5.5.1 Hybridilämmitysjärjestelmät

Hybridilämmitysjärjestelmät ovat nykyään erittäin suosittuja ja lähestulkoon kaikkiin kiinteistöihin tehdään vähintään varaus tällaiselle järjestelmälle. Hybridilämmitysjärjestelmällä tarkoitetaan lämmitysjärjestelmää, jossa hyödynnetään useampaa lämmönlähdettä lämmön tuottamiseen. Hybridijärjestelmän hyöty syntyy siitä, että aina voidaan hyödyntää sitä lämmönlähdettä, jonka avulla lämpö saadaan tuotettua edullisimmin.

Erityisesti aurinkolämpöjärjestelmien ja vesitakkojen suosien kasvaminen on lisännyt tarvetta hybridilämmitysjärjestelmille. Aurinkolämpöjärjestelmä kytketään usein esimerkiksi maalämmön yhteyteen, jolloin aurinkolämmöstä otetaan hyötykäyttöön kaikki mitä saadaan ja loput tuotetaan maalämmön avulla. Aurinkolämmöllä ei kuitenkaan saada tuotettua energiaa merkittävästi kuin kesäaikana (huhtikuu-syyskuu), jolloin aurinkolämpö tarvitsee aina jonkin päälämmönlähteen viereensä.

Toinen syy kasvaville markkinoille on vanhojen kattiloiden (öljy, puu) avulla lämpönsä tuottaneiden järjestelmien saneeraaminen, jolloin vanha järjestelmä jätetään usein koverimpien pakkasien varalle vielä toimintaan ja asennetaan uusi lämmöntuottotapa (maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu), jolla hoidetaan lämmityksen tarve kaikissa muissa tapauksissa.

Hybridilämmitysjärjestelmät vaativat kuitenkin ohjausjärjestelmiltään huomattavasti enemmän kuin tavalliset lämmitysjärjestelmät, varsinkin jos niiden halutaan toimivan parhaalla mahdollisella tavalla. Kehitys kulkee kuitenkin kokoajan eteenpäin ja hybridilämmitysjärjestelmien avulla rakennusten energiatehokkuutta saadaan parannettua huomattavasti, joten ne ovat varmasti tulleet jäädäkseen. Aurinkolämpöjärjestelmien hinta tulee joka vuosi alaspäin, ja kohta niiden hankkiminen ei ole enää pelkästään viherteko, vaan niiden avulla saadaan selvää säästöä aikaan.

5.5.2 Lämmitysjärjestelmän automaatio

Vaikka rakennuksen lämmitysjärjestelmä on mahdollista toteuttaa todella suurella määrällä erilaisia yhdistelmiä, ei järjestelmä ole automaation kannalta yhtä monimutkainen kuin ilmanvaihtojärjestelmä. Lämmitysjärjestelmän avulla vaikutetaan kuitenkin vain rakennuksen lämpöoloihin ja käyttöveden lämmitykseen. Monimutkaisuutta automaati-

on kannalta aiheuttaa nykyään hybridijärjestelmät ja varsinkin, mikäli käytössä on monia eri energianlähteitä ja halutaan optimoida energiatehokkuus näiden käyttöä vaihtelemalla. Lisäksi automaatiojärjestelmän suunnittelun kannalta ongelma on monet erilaiset toteutustavat, jolloin ei voida miettiä yhtä oletusjärjestelmää, vaan automaatiojärjestelmäkin on aina mietittävä tapauskohtaisesti. Alla on eritelty lämmitysjärjestelmän osat alueet ja annettu esimerkkejä mitä kaikkea automaatiolla voidaan kussakin osa-alueessa toteuttaa:

Primäärienergian lähde:

- Lämmitysenergian kulutus ja seuranta
- Energialähteen optimointi (mikäli käytössä hybridijärjestelmä)

Lämmön tuotanto- tai siirtotapa:

- COP-arvon laskeminen ja seuranta, jos käytetään soveltuvaa järjestelmää (esim. maalämpöpumppu)
- Lämmön tuotannon optimointi (ei lämmitetä esim. käyttövetä turhaan)
- Lämmön tuotantoon käytettävän laitteen mittaukset (laite on helppoin liittää automaatiojärjestelmään väylän avulla, kts. perustelut kappaleesta 5.3.1)

Lämmön jakelutapa:

- Jos käytössä on sekä vesikiertoinen keskuslämmitysjärjestelmä että sähkölämmitys, voidaan automaation avulla esimerkiksi varmistaa, että mikäli ensisijainen järjestelmä ei toimi, niin toinen järjestelmä varmistaa lämmityksen

Lämmityksen käyttötapa:

- Eri ohjelmien esim. aikaohjelman avulla lämmityksen ohjaaminen
- Varaavan lämmityksen optimointi adaptiivisen säädön avulla

Lämmön luovutustapa:

- Automaatiojärjestelmän avulla voidaan optimoida, kuinka paljon lämmityksestä hoidetaan tuloilman lämmityksellä ja kuinka paljon tilakohtaisella lämmityksellä. Voidaan hyödyntää varsinkin tilanteessa, jossa käytetään eri lämmönlähteitä tuloilman lämmitykseen ja tilakohtaiseen lämmitykseen.

5.6 Käyttövesi- ja viemärijärjestelmät sekä niiden automaatio

Käyttövesijärjestelmän avulla hoidetaan nimensä mukaisesti kiinteistön kylmän ja lämpimän käyttöveden tarve. Viemärijärjestelmän avulla kiinteistöstä johdetaan pois jätevedet. Järjestelmät voivat olla liitettynä kunnalliseen verkostoon tai vesi voidaan tuottaa oman kaivon avulla ja viemärointi hoitaa erillisen järjestelmän avulla. Toiminta on joka tapauksessa hyvin samankaltainen automaation kannalta molemmissa tapauksissa.

Alla on listattuna yleisimpiä automaatiojärjestelmään liitettyjä toimintoja:

Käyttövesijärjestelmä:

- Kylmän- ja lämpimän veden kulutusmittaus ja kulutuksen seuranta (tarvitsee soveltuvat mittarit, jotka pystytään liittämään automaatiojärjestelmään)
- Käyttöveden katkaisu erillisen venttiilin avulla (esim. magneettiventtiili)
- Vesivuotomittaus, joka voidaan toteuttaa esim. seuraamalla veden kulutusta ja mikäli kulutusta on aikana milloin ei pitäisi (esim. aamuyöllä), järjestelmä tulkitsee kulutuksen vuodoksi ja katkaisee veden tulon kiinteistöön. Toinen toteutustapa on esim. erillinen vesivuotovahti, jonka toiminta perustuu oikosulkuun, joka voidaan asentaa esim. pesukoneen alle
- Lämpimän käyttöveden kiertovesipumpun tarpeenmukainen ohjaus, jonka avulla voidaan säästää kiertovesipumpun energiankulutuksessa pysäyttämällä pumppu silloin kun vettä ei käytetä esim. yöllä ja jos käytetään kotona/poissa-tilaa automaatiojärjestelmän ohjaukseen

Viemärijärjestelmä:

- Erillisen lokakaivon täyttymisen mittaus

Mahdollisia tulevaisuudessa toteutettavia toimintoja:

- Jäteveden lämmöntalteenoton energiamittaus
- Vesipistekohtaiset kulutusmittaukset älykkäiden vesipisteiden avulla

5.7 Jäähdytysjärjestelmä ja automaatio

Pientalojen jäähdytys on asumismukavuutta parantava ominaisuus, koska määräyksien mukaan jäähdytysjärjestelmää ei ole pakko asuinrakennuksiin suunnitella, toisin kuin esimerkiksi toimistoihin, mikäli lämpötilat uhkaavat nousta liian suuriksi kesällä. Monet kuitenkin nykyään hankkivat jonkinlaisen jäähdytysjärjestelmän uuteen taloonsa, varsinkin kun jäähdytyksen voi toteuttaa nykyään monella eri tavalla ja suhteellisen edullisesti. Tämän hetken trendinä on toteuttaa jäähdytys maalämmön yhteydessä ilmanvaihtojärjestelmään asennettavalla kanavapatterilla, jossa kiertää maapiirin neste, joka jäähdyttää tuloilmaa kesällä. Tätä toteutusta voidaan hyödyntää myös talvella ilmanvaihtokoneen esilämmityspatterina, jolloin voidaan estää lämmöntalteenoton jäätyminen. Muita mahdollisia toteutustapoja jäähdytykseen ovat esimerkiksi tilakohtaiset kiertoilmakonvektorit, joissa kierrätetään myös maapiirin nestettä, lattiaviilennys ja ilmalämpöpumppu. Koska erilaisia toteutustapoja on useita, kannattaa jäähdytysjärjestelmän hankkimista miettiessään konsultoida alan ammattilaisia ja miettiä yhdessä mikä olisi paras tapa jäähdytyksen toteuttamiseen.

Koska jäähdytysjärjestelmälle on olemassa niin monta vaihtoehtoista toteutustapaa ja ne eroavat toiminnallisuuksiltaan huomattavasti toisistaan, on erittäin vaikea erotella automaatiotoimintoja, joita voisi hyödyntää kaikissa järjestelmissä. Alla on kuitenkin joitakin toimintoja, joita kannattaa aina käyttää, mikäli käytössä on jäähdytysjärjestelmä:

- Lämmityksen ja jäähdytyksen ristiriitahälytys, jonka avulla estetään, ettei samaan aikaan käytetä sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä tuhlaten energiaa
- Jäähdytyksen tarpeenmukainen käynnistys, jonka avulla estetään, ettei jäähdytetä turhaan esim. kun ei olla kotona
- Jäähdytysjärjestelmän energiankulutuksen mittaus (mittaustapa riippuu järjestelmästä)

Toimintoja, joita kannattaa lisäksi hyödyntää maalämmön ja kanavapatterin avulla toteutetussa järjestelmässä:

- Kondenssihälytys tuloilmakanavasta lämpötilamittauksen avulla, mikäli ei ole eristetty kanavaa
- Energianmittaus, josta nähdään kuinka paljon jäähdytysenergiaa kanavapatterilla on tuotettu (lämpötilamittaus ennen ja jälkeen patterin, ilmavirtaus tiedossa)

- Liuospumpun ohjaus, koska pelkällä kiertopumpulla ei saada nestettä kiertämään kaivon kautta

Toimintoja, joita kannattaa lisäksi hyödyntää huonekohtaisen jäähdytysjärjestelmän kanssa:

- Lämpötilamittaus ja seuranta tiloissa, joissa käytetään jäähdytystä
- Huonekohtainen säädin lämpötilan ohjaukseen (väylään liitettävää säädintä voidaan hyödyntää myös muiden järjestelmien ohjaukseen tarvittaessa)

5.8 Erillisjärjestelmät

Kiinteistöihin liitetään nykyään myös paljon erillisiä järjestelmiä käyttäjän tarpeen mukaan. Alla on esitelty joitakin järjestelmiä, jotka liittyvät LVI-alaan ja niiden mahdollisista liittymisistä kotiautomaatioon.

5.8.1 Keskuspölynimuri

Keskuspölynimurijärjestelmä koostuu keskusyksiköstä, rakenteiden sisällä kulkevasta putkistosta ja siivousvälineistä. Järjestelmässä pölyt ja roskat johdetaan putkistoa pitkin keskusyksikölle, jossa likainen ilma suodatetaan ja sen jälkeen johdetaan ulos rakennuksesta. Näin toimimalla pienimmätkin pölyhiukkaset johdetaan ulos, eivätkä ne jää huonetilaan, toisin kuin perinteisellä liikuteltavalla imurilla, joka puhaltaa ilman suodatuksen jälkeen takaisin huoneeseen.

[\(http://allaway.fi/fi/allawayn-hyoedyt/keskuspoelynimurijaerjestelmae/\)](http://allaway.fi/fi/allawayn-hyoedyt/keskuspoelynimurijaerjestelmae/)

Keskuspölynimurijärjestelmän liittäminen kotiautomaatiojärjestelmään olisi helpointa kenttäväylän avulla, mikäli järjestelmä tukee tätä vaihtoehtoa. Väylän avulla kotiautomaatiojärjestelmään voisi tuoda kaikki tiedot, mitä keskupölynimurijärjestelmän oma ohjauskeskus järjestelmästä antaa mm. säiliön täyttöasteen, käyttötunnit, huoltotarpeen jne. Mikäli väyläliityntään ei ole mahdollisuutta voidaan kotiautomaatiojärjestelmään liittää ainakin tieto siitä, onko keskupölynimurijärjestelmä päällä vai pois kosketintiedon avulla. Kotiautomaatiojärjestelmän avulla voidaan muita järjestelmiä ohjata tarpeen mukaan tämän perusteella, kun tiedetään milloin imuria käytetään; esimerkiksi talo voi-

daan ylipaineistaa ilmanvaihtokonetta ohjaamalla samalla periaatteella kuin takkakytkimellä, jolloin imurointiteho paranee.

5.8.2 Sprinkleri

Sprinkleri on kattoon asennettava automaattinen vesisammutuslaitteisto. Jos syttynyttä tulipaloa ei sammuteta, sprinklerilaitteisto toimii automaattisesti tulipalon syttyä. Laitteiston tehtävänä on havaita alkava tulipalo mahdollisimman aikaisin, aktivoitua ja jakaa sammutusvettä palon kohdalle. Suomessa sprinklereitä on viime aikoihin asti käytetty lähinnä suojaamaan omaisuutta. (<http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/esta-palonleviaminen/paloturvallisuuslaitteet/sprinkleri>)

Sprinklerilaitteiston käyttö asuinrakennuksissa ei ole vielä yleistä Suomessa, koska määräykset eivät sitä vaadi. Järjestelmän voi toteuttaa monella eri tavalla ja sen toiminta perustuu aina siihen, että sammutuslaitteisto laukeaa automaattisesti havaitessaan palon ja rajoittaa palon siihen tilaan missä se on syttynyt. Sprinklerijärjestelmän liittäminen kotiautomaatioon voidaan toteuttaa, mutta automaatiolla toteutettavat toiminnot tulee suunnitella tarkkaan, ettei vaan aiheuteta järjestelmän turhaa laukeamista. Turvallisuusjärjestelmien liittäminen automaatiojärjestelmään tulee aina suunnitella tapauskohtaisesti.

5.9 Ohjauksien integraatio

Teoria integraatiosta on koottu ST-Käsikirjan 17 (2012) luvuista 6.4 – 6.5 ja ST-Käsikirjan 22 (2008) luvusta 19.

Esimerkkejä mahdollisista integroiduista toiminnoista tiettyjen LVI-järjestelmien ohjauksissa kotiautomaatiossa on esitetty edellisissä kappaleissa järjestelmäkohtaisesti. Integraation teknistä toteuttamista kotiautomaatiossa ei käsitellä työssä tarkemmin, koska työssä ei esitellä mitään tiettyä kotiautomaatiojärjestelmää, ja integraation tekninen toteuttaminen ja mahdollisuudet integraatioon ovat suoran riippuvaisia järjestelmätoimittajasta.

Integraatiolla tarkoitetaan järjestelmien avoimia toimintaympäristöjä, jolloin eri järjestelmät voivat hyödyntää tietoa monesta eri järjestelmästä. Keskeinen ongelma integraation lisääntymisessä on pitkään ollut tiedonvaihto eri järjestelmien välillä. Rajapintojen kehittämisen avulla pyritään helpottamaan tätä tiedonsiirtoa eri järjestelmien välillä. Rajapinta on kahden erillisen järjestelmän tai järjestelmän kahden eri osan välinen yhteyksien kokoelma, jossa siirretään tietoa tai pyydetään palvelua toiselta osapuolelta. Tiedon vaihtamisen lisäksi rajapinnan määrittelyssä yhtenä tavoitteena on muunto- ja käyttöjoustavuuden parantaminen.

Avoimet kenttäväylät edistävät integraatiota järjestelmissä, koska tällöin useat laitevalmistajat työskentelevät saman väylästandardin parissa, eikä kenellekään synny kilpailuetua ns. suljetun kenttäväylän tuomista ns. helpoista laajennuksista. Suljettua järjestelmää käyttävä asiakas on usein sidottu siihen tiettyyn järjestelmään tai sitten täytyy vaihtaa koko järjestelmä tai laajentaa järjestelmää kilpailevalla järjestelmällä, jolloin tarvitaan kaksi valvomoa. Järjestelmien suunnittelussa integraatio tulisi aina ottaa huomioon ja integraation tulisi olla mahdollista mahdollisimman laajasti.

Integroitu järjestelmä on käytännössä yhteensopivista erillisjärjestelmistä kasattu toiminnallinen kokonaisuus. Avoimet standardirajapinnat mahdollistavat sen, että tähän toiminnalliseen kokonaisuuteen voidaan liittää hajautettuja osajärjestelmiä ja rinnakkaiset järjestelmät pystyvät kommunikoimaan keskenään. Sovelluskohtaiset osajärjestelmät esiprosessoivat tiedot, jotka järjestelmätasolla yhdistetään yhteisen käyttöliittymän taakse.

5.9.1 Integroinnilla saavutettavat hyödyt

Integroinnista saadaan useita hyötyjä, joista merkittävimpiä ovat uudet laadulliset ominaisuudet ja kustannussäästöt, joita ei voida erillisillä järjestelmillä saavuttaa. Integraation avulla voidaan pienentää energiankulutusta, vähentää investointi- ylläpito- ja korjauskustannuksia, hyödyntää monipuolisempia palveluita, parantaa rakennuksen tuottavuutta ja käyttäjien tyytyväisyyttä. Tilojen käyttäjille älykäs rakennus tarjoaa turvallisen, terveellisen ja miellyttävän ympäristön.

5.9.2 Integraation tekninen toteuttaminen

Integraation ja järjestelmien välisen kommunikaation toteutuksen laajuus ja millä tasolla kommunikaatio ja integraatio toteutetaan, on täysin riippuvainen kohteesta, turvallisuustasosta, käyttötarpeesta sekä automaatiojärjestelmältä vaadituista toiminnoista ja ominaisuuksista. Alla on esimerkkikysymyksiä, joilla voidaan määrittellä integraation määrän tarvetta ja kuinka integraatio voidaan toteuttaa:

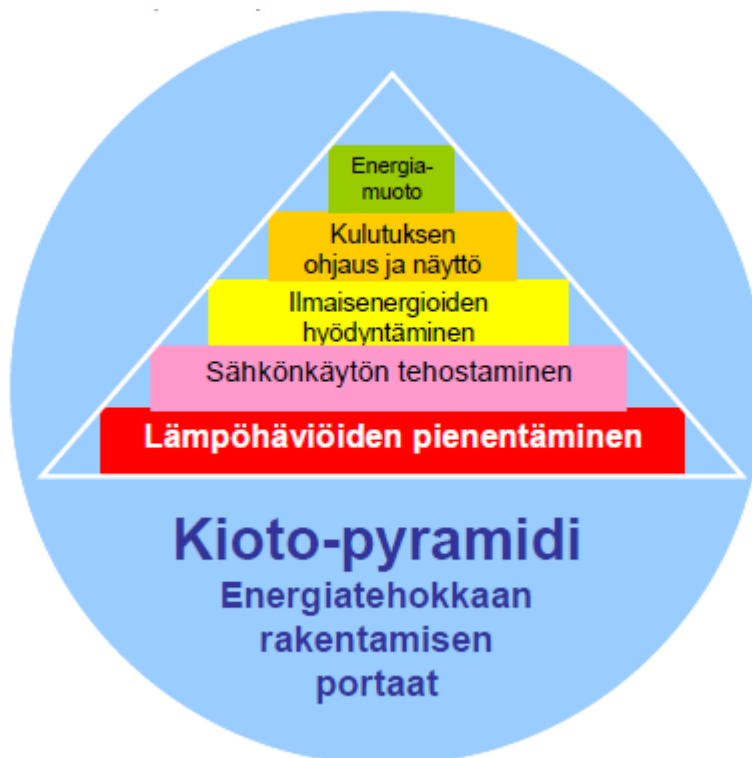
- Mitä alajärjestelmiä ja alajärjestelmien toimintarajapintoja voidaan käyttää (kosketintieto, dataliittyntä, käyttöjärjestelmä, ohjelmisto, yhteinen käyttöliittymä)?
- Mitkä sovellukset pystyvät kommunikoimaan keskenään?
- Mitä tietoja halutaan siirtää järjestelmästä toiseen?
- Mitä halutaan ja pystytään ohjaamaan toisen järjestelmän avulla?
- Kuinka avoimesti tiedot ovat käytettävissä (tietoturvallisuus, protokolla, käyttöoikeustasot)?

Tyypillisiä järjestelmien välisiä integroitirajapintoja ja kommunikointimuotoja ovat kosketintieto, dataliittymä, ohjelmallinen integraatio ja yhteinen käyttöliittymä.

6 RAKENNUSAUTOMAATIO JA ENERGIATEHOKKUUS

Automaation vaikutukset energiatehokkuuteen osuuden teoria on koottu ST-Käsikirjan 17 (2006) kappaleista 3.1 – 3.3 ja Ympäristöministeriön oppaasta Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen (2012).

Energiatehokkuus ei ole vain yksittäisiä ratkaisuja vaan kokonaisuuden hallintaa. Energiatehokkaan rakentamisen perustana on rakennuksen ja sen järjestelmien lämpöhäviöiden pienentäminen. Se lähtee siitä, että rakennuksen energian tarve saatetaan mahdollisimman pieneksi. Tähän päästään hyvällä ulkovaipan lämmöneristyksellä ja tiiviydellä, ikkunoiden auringonsuojauksella ja tehokkaalla lämmöntalteenotolla ilmanvaihdosta. Näiden jälkeen tulee energian käytön tehostaminen, ilmaisenergioiden hyödyntämisen, energiatehokkaiden laitteiden. tarpeenmukaisen käytön ja kulutuksen näytön avulla. Viimeisenä tulee alhaista energiankulutusta vastaavan energiantuotantomuodon valinta. Alla on vielä kuva tästä mallista:



KUVA 4. Energiatehokkaan rakentamisen portaat (Kioto-pyramidi) (Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen, 2012)

Energiatehokkuudessa talotekniikan puolelta esiin nousevat lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien valinta ja suunnittelu, lämpimän käyttöveden valmistus sekä valaistuksen suunnittelu. Automaatiojärjestelmän tulee taata tarpeenmukaiset ohjaukset, jotta esimerkiksi valaistus ei ole tarpeettomasti päällä eikä tapahdu yhtäaikaista lämmittämistä ja jäähdyttämistä.

Energiatehokkuusvaatimusten jatkuva kiristyminen on rakennusten rakenteellisten ominaisuuksien lisäksi muuttanut merkittävästi myös LVIA- ja sähkötekniikan suunnittelu- ja toteutusperiaatteita. Tarpeettoman energiankäytön välttäminen johtaa väistämättä tarkentuneisiin säätötavoitteisiin, prosessien mukauttamiseen erilaisiin käyttötilanteisiin sekä säätö- ja ohjausmahdollisuuksien ulottamiseen yhä pienempiin kulutusyksiköihin (huonetaso). Vika- ja häiriötilanteista tulee toipua nopeasti. Tämä kaikki on mahdollistunut nykyaikaisilla säätö- ja valvontajärjestelmillä. Oikealla instrumentoinnilla, kohteeseen sovitetuilla ohjelmistoilla, ja valveutuneen käyttäjän valvomana voidaan rakennuksen monimutkaisetkin järjestelmät pitää optimialueillaan ja saada irti rakennuksen energiatehokkuusinvestoinneista.

Rakennusautomaatioinvestoinnille voidaankin määritellä seuraavat keskeiset tavoitteet:

- Toteuttaa prosessien säädöt ja ohjaukset suunnitelmien edellyttämällä tavalla
- Valvoo taloteknisiä toimintoja hälytyksin ja mittauksin
- Tuottaa kulutus-, energiatehokkuus- ja tilastomateriaalia auttamaan laitoksen toiminnallista ja energiatehokasta ylläpitoa
- Tarjoaa käyttäjälle ja ylläpitäjälle käyttöliittymän, joka on selkeä, ymmärrettävä ja päivittäistä käyttöä tukeva.

Lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmän tulee investointina vastata rakennuksen prosessien kompleksisuutta perustellen toiminnallisesti oman investointinsa.

6.1 Automaation vaikutus energiatehokkuuteen

Rakennusten automaation avulla hallitaan taloteknisiä laitteita ja järjestelmiä. Laitteiden ja järjestelmien oikea käyttötapa on tärkeä asia haluttaessa saavuttaa hyvä lopputulos mahdollisimman pienellä energiankulutuksella. Ilman oikein toimivaa automaatiota voi

osa energiatehokkaiden rakentamisen ratkaisujen hyödyistä jäädä saavuttamatta. Alla on taulukko eri automaatiotoimintojen vaikuttamismahdollisuuksista Kioto-pyramidin (kuva 4) eri portailla.

TAULUKKO 2. Automaatiotoimintojen vaikutusmahdollisuuksia (Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen, 2012)

Kioto-pyramidin "porras"	Esimerkki rakennuksen automaation vaikutuskeinosta
energiamuoto	raportointi energialajeittain, kullakin hetkellä tehokkaimman energiamuodon valinta, rakennuksen E-luvun laskenta
kulutuksen ohjaus ja näyttö	huoneolosuhteiden säätö ja ohjaus, käyttölaitteet, laitteiden ja järjestelmien energiatehokas automaattinen käyttö
ilmaisenergioiden hyödyntäminen	lämmöntalteenoton ohjaus, vapaajäähdytys, dynaaminen lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus
sähkönkäytön tehostaminen	energiankäytön optimointi, tarpeenmukaiset olosuhteet tiloissa ja painetasot ilman ja veden siirrossa
lämpöhäviöiden pienentäminen	tarpeenmukaiset lämpötilatasot käyttöveden ja lämmitysveden siirrossa, aurinkosuojaus (jäähdytys)

Rakennusautomaatiolla voidaan katsoa olevan kolme erilaista roolia suhteessa energiatehokkuuteen:

1. Automaatiota hyväksikäyttäen voidaan suunnitella prosesseja niin, että energiatehokkuus optimoituu.
2. Automaatiojärjestelmä valvoo ja hälyttää, jolloin virhe- ja korjausajat ja niistä aiheutuva energiahukka minimoituu.
3. Rakennusautomaatio tuottaa informaatiota, jonka avulla rakennuksen toimintaa voidaan paremmin ymmärtää, verrata ja kehittää.

6.1.1 Prosessin optimointi

Prosessien energiatehokkuuden optimointiin on käytettävissä laaja kirjo jo koeteltuja ratkaisuja, muun muassa:

- Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus ja säätö CO₂-mittauksin
- Yöjäähdytys
- Jäähdytysverkoston painesäätö ulkolämpötilan mukaan
- Dynaaminen ”kuolleen alueen” käyttö lämmitys- ja jäähdytysäädyissä
- Lämmöntalteenoton jäähdytystalteenotto kesäisin.

Ohjelmistojen puolesta voidaan toteuttaa hyvinkin monimutkaisia säätö- ja ohjaustapoja. Laitoksen käytettävyyden kannalta tulee niiden kuitenkin olla niin ymmärrettäviä, ettei niiden kanssa tule asettelu- yms. ongelmia.

6.1.2 Valvonta ja hälytys

Energiatehokkuudeltaan optimoidun rakennuksen kulutus saattaa kasvaa kertaluokalla, jos prosessit eivät toimi suunnitellulla tavalla. Erityisesti liike-, toimisto- ja julkisissa rakennuksissa ilmanvaihdon käyttöajat ja lämmöntalteenoton toiminta ovat keskeisiä tekijöitä lämmityskauden kulutuksessa. Lämmöntalteenoton toiminnan valvonta voi perustua esimerkiksi hyötysuhdelaskentaan, jota järjestelmä suorittaa aina koneen käydessä. Jos aseteltu (ulkolämpötilasta) riippuva alaraja alitetaan, seuraa hälytys. Käyttöaikoja valvotaan vertaamalla käyntiä koneen aikaohjelman mukaiseen tilanteeseen. Jos kone käy ”luvattomasti” vaikkapa unohtuneen käsiohjauksen perusteella, seuraa hälytys. Kytkemällä tuulikaappien ohjaukset toimimaan säätö- ja valvontajärjestelmän kautta voidaan mm. valvoa lämpötilan perusteella esimerkiksi mahdollista oven auki jääntiä pakkaskaudella. Vesivuotoja voidaan todentaa seuraamalla kulutusta aikana, jolloin käyttöä ei pitäisi olla. Jos kulutusta on silloinkin jatkuvasti, voidaan epäillä vesivuotoa tai auki jäänyttä vesikalustetta. Hälytyksiä voidaan ohjelmoida kaikkiin mittauksiin, indikoiteihin ja myös laskennallisiin johdannaisuureisiin.

6.1.3 Raportointi ja informaation tuottaminen

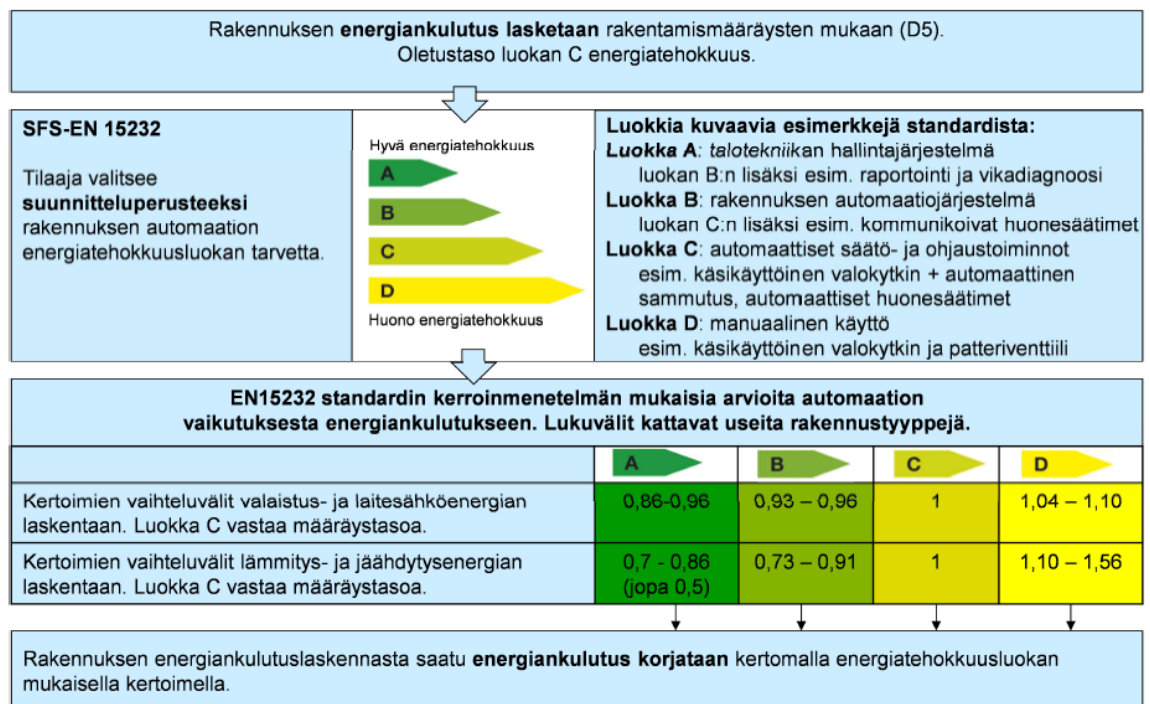
Keskeinen tunnusluku rakennuksen energiatehokkuuden arvioinnissa on sen absoluuttinen vuosikulutus. Tämä koskee sekä lämmönkulutusta että sähkön ja veden kulutusta. Kytkemällä nämä mittaukset järjestelmään saadaan niistä raportointiohjelmilla monipuolisia tulostuksia ja kaavioita. Lähes standardinomainen graafinen tulostus on kuukausijaksotuksella kuvattu vertailu edelliseen tai edellisiin vuosiin. Niiden perusteella on helppo arvioida rakennuksen toimivuutta ja käyttöastetta sekä vertailla sitä vastaaviin muihin rakennuksiin. Prosessien toiminnan tarkkailuun ja optimointiin voidaan käyttää graafista trend-tulostusta, jossa tulostukseen kytketyt suureet kuvataan aika-akselilla. Kytkemällä tulostus historiatallenteeseen voidaan jälkikäteen tarkastella halutun aikavälin toimintaa. Tämä on erinomainen työkalu esimerkiksi satunnaisesti esiinty-

vien häiriötilanteiden analysointiin. Erinomainen työkalu on myös hälytyslokin suodatus ja tilasto- ohjelma, jolla voidaan etsiä eniten hälytyksiä aiheuttaneet laitteet ja siten kohdistaa kunnossapitoa tehokkaasti olennaisiin asioihin. Informaation tuottamisen ja raportoinnin kannalta tärkein asia on riittävä mittarointi, eli tulee varmistaa että halutut anturit asennetaan järjestelmään, jotta riittävä mittarointi on mahdollista toteuttaa.

6.2 Rakennuksen automaation energiatehokkuusstandardi

Standardi SFS-EN 15232 ”Rakennusten energiatehokkuus. Rakennusautomaation, säädön ja kiinteistönhoidon vaikutus energiatehokkuuteen” jakaa rakennuksen automaation neljään tehokkuusluokkaan (A, B, C ja D), joista luokka A on paras ja D huonoin.

Alla on havainnollistava kuva (5) standardin eri luokista ja kerroinmenetelmästä, jolla voidaan arvioida automaation vaikutusta rakennuksen energiankulutukseen.



KUVA 5. Standardin SFS-EN 15232 mukaisisen automaatiotasojen vaikutukset energiatehokkuuteen. (Ympäristöministeriön oppaasta Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen (2012))

Kuvasta (5) nähdään, että luokka C vastaa määräysten mukaista tasoa automaation osalta ja luokka D manuaalista käyttöä. Luokan D tasoa ei pitäisi käyttää enää uusissa rakennuksissa. Luokan B edellytyksenä on, että rakennuksen automaatio on toteutettu

tehokkuusluokkaa C paremmin; ominaista on esimerkiksi se, että huonesäätimet on liitetty rakennuksen automaatiojärjestelmään tiedonsiirtoyhteydellä. Luokassa A automaatiojärjestelmä on usein toteutettu monella järjestelmällä, jotka sisältävät kiinteistönhoitoon liittyvät keskeiset toiminnot, kykenevät tarpeenmukaiseen ohjaukseen ja kykenevät laajasti hyödyntämään toistensa tuottamaa informaatiota. Luokassa A integraation osuus järjestelmien ohjauksessa on jo myös suuri.

Ympäristöministeriön oppaassa Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen (2012) on myös Excel-työkalu, jonka seitsemän kysymyksen avulla voidaan kartoittaa kiinteistön omistajan toiveita automaation palvelutasosta ja energiansäästöä. Nämä työkalun ensimmäisellä sivulla olevat kysymykset on tehty mahdollisimman pitkälle yleiskielellä ilman, että keskustelussa jouduttaisiin selvittämään teknisten termien sisältöä ja merkitystä. Työkalu sisältää myös yksityiskohtaisemmat vaihtoehdot valinnoille muilla sivuilla, ja näitä voidaan hyödyntää tarvittaessa, mikäli järjestelmää halutaan määrittää tarkemmin. Alla on taulukko, jossa eritellään työkalun ensimmäisen sivun seitsemän kysymystä ja mitä näkökulmia ne kartoittavat.

TAULUKKO 3. Valintatyökalun kysymysten näkökulmat (Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen, 2012)

Kysymysnumero / Näkökulma	Esimerkki
1. Automaation rooli ja suhde käyttäjään	Näkökulma liittyy rakennuksen toiminnan perusluonteeseen. Rakennuksen perusluonne saattaa esimerkiksi olla sellainen, että vain välittömästi turvallisuuteen liittyvät käyttötoimenpiteet hoidetaan automaatiolla ja muut toiminnot jätetään käyttäjän hallintaan. Käyttäjän on tällöin oltava perillä järjestelmien ja laitteiden toiminnasta ja käytöstä. Toisessa ääripäässä automaatio ohjaa mahdollisimman suurta osaa rakennuksen järjestelmistä ja raportoi poikkeamista rakennuksen käyttäjäorganisaatiolle.
2. Automaattisuuden taso ja käyttömukavuus	Näkökulma liittyy siihen, miten loppukäyttäjän ajatellaan käyttävän tiloja ja ohjaavan niiden olosuhteita. Esimerkiksi valaistusta voidaan käyttää täysin käsikäyttöisesti, siinä voi olla automaattinen sammutustoiminto (esimerkiksi porrasvalo), valaistus voi toimia läsnäoloon perustuen tai automaattisimmillaan valaistustasoa säädetään toteutuneen valaistustason mittauksen perusteella.
3. Automaatio energiatehokkuuden työkaluna	Energiatehokkuuden saavuttamisessa voi olla useita keinoja. Paras ratkaisu saavutetaan, kun kaikilla osa-alueilla pyritään parhaaseen tasoon. Tavoitetaso ollessa vaatimattomampi voidaan eri osajärjestelmien vaatimustasoja painottaa eri tavoilla. Kysymys kartoittaa automaation merkitystä energiatehokkuudessa. Esimerkiksi määräysten mukaiseen tasoon riittää, että laitteita ja järjestelmiä ohjataan käsin. Parhaimmillaan automaatiota voidaan käyttää energiatehokkuuden parantamiseen muiden osajärjestelmien rinnalla.
4. Tarpeettoman energiankulutuksen estäminen	Esimerkkinä näkökulmasta käy yhtäaikaisen lämmityksen ja jäähdytyksen estäminen. Käyttäjän kokemuksiin sisäolosuhteisiin tällä ei ole välttämättä mitään vaikutusta. Yhtäaikainen tai perättäinen lämmitys ja jäähdytys voidaan jättää huomiotta tai voidaan estää eritasoisilla ohjausratkaisuilla. Myös tarpeetonta tuloilman lämmitystä voidaan ehkäistä, kun ohjauksessa otetaan lämmitystarpeeseen vaikuttavia asioita mahdollisimman kattavasti huomioon.
5. Ylimääräisten kuormittavien tekijöiden estäminen	Automaatiolla on keskeinen rooli valaistuksen ja sähkölaitteiden lämpökuormien minimoimisissa. Esimerkiksi valaistuksen ohjauksella on suora vaikutus ylimääräisiin lämpökuormiin. Valaistuksessa sähkövalo ja päivänvalo ovat yleensä toisiaan täydentäviä valonlähteitä. Sähkövalaistuksen tarpeen osittainen korvaaminen päivänvalolla vähentää valaistuksen energiankulutusta ja siten koko rakennuksen jäähdytystarvetta. Kaihdinten käytöllä voidaan vaikuttaa myös auringon liialliseen lämmittävään vaikutukseen.
6. Ilmaisenergioiden hyödyntäminen	Rakennuksessa käytetään energiaa eri käyttötarkoituksiin. Muussa käytössä syntyvien tai muualta saatavien ilmaisenergioiden hyödyntämisellä on suuri merkitys energiatehokkuudessa. Esimerkiksi yöjäähdytys ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotto hyödyntävät ilmaisia tai lähes ilmaisia energialähteitä.
7. Häviöiden huomiointi	Rakennuksen järjestelmissä syntyy väistämättä häviöitä, jotka voidaan joko käyttää hyödyksi tai jotka lisäävät kuormitusta. Häviöiden suuruuteen voidaan vaikuttaa esimerkiksi parantamalla lämpöjohtojen eristystä, mutta myös alentamalla/nostamalla lämpötilatasoja niin, että lämmityksen ja jäähdytyksen tuotto toimivat lähellä optimaalista toimintapistettä.

Oppaan valittu laskentamenetelmä, edellä esitetty korjauskerroinlähestymistapa, on yksinkertaisin tapa suunnitteluvaiheessa huomioida automaation kokonaisvaikutus rakennuksen/ järjestelmän energiankulutukseen.

6.3 Automaatio ja energiatodistus

Rakennusten energiatehokkuuden ohjausta ja kehittämistä varten on ympäristöministeriö luonut luokitusjärjestelmän. Sen ehkä keskeisin ja kuvaavin ilmentymä on energiatodistus, joka ulkoasultaan vastaa mm. kodinkoneiden energialuokituksessa käytettävää graafista kaaviota. Laskennallisen todistuksen laadintaa varten on ohjeistus, jolla laskenta onnistuu perinteisin menetelmin. Markkinoille on myös ilmestynyt valmisohjelmistoja, jotka merkittävästi auttavat laskennan suorittamisessa.

Energiatodistuksen laskennassa ei kirjoitushetkellä huomioida määräystasoa paremman automaatiojärjestelmän aiheuttamaa säästöä energiankulutuksessa millään tavalla. Automaation avulla voidaan kuitenkin saada aikaan tuntuvia säästöjä energiankulutuksessa, mikä tuli jo ilmi käsiteltäessä Ympäristöministeriö oppaan kerroinmenetelmää. Työn kirjoittaja uskookin, että tulevaisuudessa E-luvun laskentaan sisällytetään automaatiojärjestelmällä mahdollisesti saavutettavat säästöt, koska eihän esimerkiksi ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotonkaan hyötysuhdetta ole sidottu tiettyyn tasoon laskennassa, vaan laitevalinnoilla voidaan vaikuttaa myös siltä osin E-lukuun valitsemalla paremmalla hyötysuhteella toimiva LTO-kone.

7 POHDINTA

Tuotekehitysprojekti saatiin työn aikana etenemään vaiheeseen, että haluttu mallikoonpano saatiin määritettyä laitteiden osalta. Lisäksi automaatiovalmistajan kanssa aloitettiin yhteistyö ja valittiin sopivat automaatiokomponentit, jolla järjestelmä toteutetaan. LVI-järjestelmien osalta myös halutut toiminnallisuudet ja niiden toteutustavat saatiin määritettyä. Tuotekehityksen kanssa riittää myös työtä tämän opinnäytetyön jälkeen ja myös tuotekehityksen jatkotoimenpiteistä riittää aiheita tuleviin opinnäytetöihin. Opinnäytetyön tekijä kertoi omassa esittelyseminaarissaan kuuntelijoille mahdollisuudesta olla yhteydessä yritykseen mahdollisen jatko-opinnäytetyön tiimoilta. Mahdollisia opinnäytetyön aiheita olisivat ainakin prototyyppi ÄlyLogin valmistaminen LVI-alan opiskelijalle ja automaatiokeskuksen ohjelmointi ja siihen liittyvät työt automaatioalan opiskelijalle.

Työtä tehdessä kirjoittaja oppi paljon kotiautomaatiosta ja rakennusautomaatiosta yleensäkin. Varsinkin kotiautomaatiojärjestelmien tarjonnan määrä ja toteuttamisen hankaluus aiheutti työtä tehdessä paljon pohdintaa. Työtä tehdessä selvisi, että automaatiojärjestelmän toimintoja suunniteltaessa tulee olla tarkkaan tiedossa kaikki halutut järjestelmät ja toiminnallisuudet, jotta järjestelmän tarkka määrittely on ylipäätään mahdollista. Kotiautomaatiojärjestelmän hankkiminen on vielä erittäin vaikeaa, ellei itse perehdy kunnolla eri järjestelmiin ja vertaile itse erilaisia vaihtoehtoja. Lisäksi järjestelmiin perehtyminen on vielä todella vaativaa, koska tietoa on rajallisesti saatavilla. Monessa tapauksessa järjestelmän hankkija ei myöskään ole teknisellä taustalla varustettu henkilö, mikä vaikeuttaa asiaa entisestään.

Suunnittelijoiden vastuu ja työmäärä siis kasvaa järjestelmää hankittaessa ja suunnittelijoiden tulisikin hallita useat erilaiset järjestelmät, jotta osaisi tarjota aina tilanteeseen parhaiten sopivaa järjestelmää. Ammattitaitoisen suunnittelijan löytyminen on ensisijaisen tärkeää toimivan järjestelmän kannalta. Lisäksi suunnittelijoiden välinen yhteistyö korostuu entisestään kotiautomaatiojärjestelmää suunniteltaessa. Tällä hetkellä myöskään koulutusohjelmissa ei ole selvyyttä siitä, kuinka paljon automaatiota tulisi esimerkiksi sisällyttää LVI-alan opintoihin, jolloin tulevien LVI-suunnittelijoidenkin ammattitaito automaatiojärjestelmien osalta ei ole vielä riittävällä tasolla.

Kotiautomaatiojärjestelmien määrä tulee varmasti kasvamaan tulevaisuudessa ja onkin tärkeää, että valmistajat pyrkivät luomaan hankkijan kannalta yksinkertaisia järjestelmiä, joita on kuitenkin mahdollista halun mukaan laajentaa. Lisäksi järjestelmien määrän kasvun kannalta on tärkeää, että laitevalmistajat noudattaisivat avoimia standardeja, eivätkä valmistaisi laitteitaan omien, suljettujen standardien mukaisesti. Laitevalmistajat ovatkin todella tärkeässä roolissa tulevaisuuden suhteen.

Energiatehokkuus on nykyajan trendi ja kotiautomaation avulla voi helposti vaikuttaa talonsa energian kulutukseen, jolloin kotiautomaatiota voidaan myös markkinoida aiheutuneiden säästöjen avulla eikä pelkästään parantuneella asumismukavuudella. Energiatodistus myös muuttuu ja kehittyy koko ajan. Automaatio ja tarpeenmukainen käyttö myös varmasti tulevat osaksi sitä myös pientalojen osalta jossain vaiheessa, koska jo nyt tietyillä laitevalinnoilla voidaan vaikuttaa saavutettavaan E-lukuun. E-luvun lopullista käyttötarkoitustakaan ei vielä tässä vaiheessa ole selvillä ja tulevaisuus onkin sen suhteen vielä avoinna.

Kirjoittaja jää mielenkiinnolla odottamaan mihin suuntaan automaatio yleensä ja varsinkin kotiautomaatiojärjestelmät lähtevät kehittymään. Työ on tehty juuri sellaiseen aikaan, että tekniikka mahdollistaa jo lähestulkoon kaiken, mutta järjestelmät eivät vielä ole yleistyneet rakentamisessa.

LÄHTEET

Air Wise Oy. 2014. Yrityksen verkkosivut. Luettu 18.2.2014. <http://www.airwise.fi/>

Allaway: Keskuspölynimurijärjestelmä. 2014. Luettu 27.2.2014.
<http://allaway.fi/fi/allawayn-hyoedyt/keskuspoelynimurijaerjestelmae/>

Kaarakka, H. 2011. Toimiva älykoti: Omakotitalon kodinohjausjärjestelmän suunnittelu, asennus ja ohjelmointi. Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Opinnäytetyö.

Nikkola, M. 2014. Kysymykset LVI-suunnittelijalle, sähköpostihaastattelu

Nummi, P. 2011. Kodin sähköisen talotekniikan järjestelmien varustelutaso ja integraatio. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma, talotekniikan suuntautumisvaihtoehto. Opinnäytetyö

Pelastustoimi.fi. 2014. Verkkosivu. Luettu 2.3.2014.
<http://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/esta-palonleviaminen/paloturvallisuuslaitteet/sprinkleri>

Piikkilä, V. 2006. ST-Käsikirja 21. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähkötieto ry

Piikkilä, V. 2008. ST-Käsikirja 22. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry

Piikkilä, V. 2012. ST-Käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry

Seppänen, O. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. päivitetty painos. Helsinki: Suomen LVI-liitto ry.

Seppänen, O. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Suomen LVI-liitto ry.

ST-kortti 710.10. V. 2007 Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen. Espoo: Sähkötieto ry.

ST-kortti 721.01. V. 2007 Talotekniikan tietojärjestelmien käyttöliittymät. Espoo: Sähkötieto ry.

Ympäristöministeriö 2012. Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen. Perusteet ja opas. Espoo

LIITTEET

Liite 1. LOGI – valmis teknisen tilan esite

(http://www.airwise.fi/content/download/959/17803/LOGI_esite.pdf)

1 (2)



Valmis tekninen tila

Etumatkaa rakentamiseen




Sarjavalmisteinen Logi - valmis tekninen tila on uutuus, jota on odotettu pitkään. Jokaiseen kotiin sopiva erittäin laadukas elementti sisältää valmista talotekniikkaa, joka on helposti valittavissa yhdestä paikasta ilman työlästä yhteensovittelua. Perinteiset hankaluudet laitesijoitteluista ja putkivedoista voidaan unohtaa uuden Logi elementin myötä. Laittevalinnat tehdään helposti internetissä, jossa kokonaisuus hintatietoineen on kätevästi esillä. Suunnittelijat ja arkkitehdit voivat ladata teknisen tilan CAD-kuvat, jotka helpottavat merkittävästi suunnittelijan työtä laitesijoittelun osalta. Logi on käyttövalmis. Näin ollen mm. rakennusaikainen lämmitys saadaan toimimaan jo varhaisessa vaiheessa ja rakennustyö nopeutuu.

Logi tekniseen tilaan tulevat talon lämmitys-, käyttövesi ja ilmanvaihtolaitteet, keskuspölyimuri, sekä koko joukko muita laitteita, joten aikaisemmin yleisesti näiden laitteiden paikkana käytetty kodinhoitohuone vapautuu kokonaan sille tarkoitettuun käyttöön. Kaappitilaa jää enemmän perheen tarpeisiin.

Teknisen tilan lähtökohtana on pyrkimys helpottaa työmaalla tapahtuvaa työtä ja parantaa LVI-työn laatua. Kun kaikki tekniikka on yhdessä tilassa, paranee myös talon asumismukavuus. Voimme toteuttaa teknisen tilan useilla lämmitysjärjestelmillä, esim. sähkölämmitys, vesikiertoinen sähkö tai kaukolämpö. Vaihtoehtoisesti voit myös saada teknisen tilan valmiin järjestelmäsi jatkoksi, jos sinulla on jo käytössä ulkoinen lämpökeskus.

Elementtirakenteesta on voitu tehdä myös turvallinen paikka. Lujitemuovinen alapohja on täysin tiivis ja ehkäisee tehokkaasti vahinkotilanteessa rakenteiden kastumista. Logi tekninen tila on turvallinen ja riskitön ratkaisu.

(jatkuu)



Valmis tekninen tila

Etumatkaa rakentamiseen



Suunnittelija voi nukkua yönsä rauhassa

Suunnittelija määrittää tilaan tulevan laitekoko-
naisuuden, joka asennetaan tehtaalla paikoilleen.
Logi tekninen tila rakennetaan rakennusmääräys-
ten mukaiseksi ja laitteiden toiminta testataan.
Paketissa olevien johdotusten ja liitosten turval-
lisuus on varmistettu jo tehtaalla.

Asentajan työ yksinkertaistuu

Tarjouksen teko nopeutuu ja yksinkertaistuu, kun
hinnoittelu perustuu valmiisiin vakiotuotteisiin.
Rajapinnat ovat selkeät ja työn keskeytymisriski
pienenee. Olosuhteet, tarvikepuutteet ja raken-
nuksen keskeneräisyys ei säätele asentajan
työpäivää. Valmis tekninen tila vähentää käyntejä
työmaalla ja helpottaa työn toteuttamista.

Logi tekninen tila suojaa laitteita vaurioitumisilta ja
niistä aiheutuville harmeille ja lisäkustannuksilta
etenkin rakennustyön loppumetreillä. Se myös
estää pitkäkyntisten toiminnan tehokkaasti, kun
työmaalla ei ole irrallisia paketteja noudettavaksi.



Rakentaja ja asukas tyytyväisiä

Rakentajalle valmis tekninen tila on merkittävä
helpotus. Tila toimitetaan kerralla työmaalle
ennen kattoristikkoasennuksia. Asukkaan asumis-
viihtyisyys paranee, koska kaikki ääntä pitävät
laitteet ovat erillisessä tilassa, jossa käyttö ja huol-
tokin on yksinkertaista. Ja mikä parasta, raken-
nustyö nopeutuu ja kustannusarviosi pitää.

Tekniset tiedot

Ulkomitat

- Vakioleveys 140 cm
- Syvyys 75-200 cm varusteista riippuen
- Vakiokorkeus 250 cm + kattokoolaus 45 mm
- Upotus lattiaan 180 mm + lattiakaivo
- Paino 400-600 kg varusteista riippuen

Air Wise Oy
Lehmilaidantie 8
35300 Orivesi
www.logi.fi

Kysymyksiä LVI-suunnittelijalle kotiautomaatioon liittyen**Vastaaaja Marianne Nikkola**

- **Mielipiteet kotiautomaatiojärjestelmistä? (Hyvä vai huono asia...)**

IHAN HYVÄ JÄRJESTELMÄ, MUTTA JOISSAKIN TAPAUKSISSA MIETIN TARPEELLISUUTTA. ESIM. ILMANVAIHTOKONEEN OHJAUS ETÄNÄ TUNTUU TURHALTA, KUN KONEEN VOI LAITTA A KOVEMMALLE KOTIINKIN TULLESSA. TOKI KUN LAITTEET LAITETAAN AUTOMAATIOON, ON TIETENKIN JÄRKEVÄÄ LIITTÄÄ JÄRJESTELMÄÄN KAIKKI LAITTEET.

- **Kun suunniteltavaksi tulee kohde, mihin halutaan laaja kotiautomaatiojärjestelmä, miten suunnitteluprosessi eroaa tavallisen kohteen suunnittelusta LVI-suunnittelun kannalta?**

OIKEASTAAN EI PALJOAKAAN, KOSKA LAAJAN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU KUULUU AUTOMAATIOSUUNNITTELIJALLE. TÄRKEINTÄ ON HUOMIOIDA, ETTÄ LAITTEET OVAT SOPIVIA AUTOMAATIOON

- **Kuinka usein LVI-järjestelmät halutaan liittää kotiautomaatioon/ onko mielenkiinto järjestelmiä kohtaan muuttunut viime aikoina? (Oman kokemuksen perusteella)**

JONKINASTEISTA KEVYTTÄ AUTOMAATIOTA TULEE USEIN, MUTTA NÄMÄ EIVÄT VAADI LVI-SUUNNITTELIJALTA OIKEASTAAN PALJOAKAAN. ELI LIITETÄÄN TOIMINTOJA KUTEN PALOHÄLYTTIMET JA VARASHÄLYTTIMET SAMAA. NÄMÄ ASIAT HOITAA SÄHKÖSUUNNITTELIJA JA AINA LÄHESKÄÄN NÄISTÄ EI LVI-SUUNNITTELIJA TIEDÄ. ITSE USEIN MUISTUTAN ASIAKASTA, ETTÄ HUOMIOIKAA AUTOMAATIO- JA SÄHKÖASIOISSA ESIM. LÄMPÖTILAHÄLYTYS. ELI JOS TEHDÄÄN MÖKKI RUKALLE JA SISÄLÄMPÖTILA LASKEE TIETYN RAJAN ALLE, NIIN TÄSTÄ HÄLYTYS. TÄLLÄ SÄÄSTÄÄ PARHAIMILLAAN KYMME NIÄ TUHANSIA EUROJA, KUN KOKO LUKSUSMÖKKI EI JÄÄDY (KOKEMUSTA ON TUOSTA ASIASTA)

LATTIALÄMMITYSTÄ ON ALETTU LIITTÄMÄÄN AUTOMAATIOON JA ON ASIAKKAITA, JOTKA HALUAVAT KAIKEN MAHDOLLISEN AUTOMAATIOON. TÄLLÖIN ESIM. LATTIALÄMMITYKSESSÄ TERMARIT JÄÄ POIS JA ASIAKAS/AUTOMAATIOSUUNNITTELIJA VALITSEE JÄRJESTELMÄÄN SOPIVAT TERMARIT (NÄIN MEILLÄ)

- **Mitkä ovat tärkeimpiä huomioitavia asioita LVI-järjestelmien kannalta suunniteltaessa kotiautomaatiojärjestelmää?**
 - o **Vaikuttaako, jos halutaan paljon erilaisia integroituja ohjauksia (esim. ilmanvaihdon ohjaus palonrajoitusjärjestelmän avulla, huonesäätimillä monien eri järjestelmien ohjaaminen...)?**

(jatkuu)

TÄHÄNKIN SAMALLA LAILLA, ETTÄ TÄRKEINTÄ ON SELVITTÄÄ, SOPIVATKO LAITTEET AUTOMAATIOON JA AUTOMAATIOSUUNNITTELIJA SUUNNITTELEE JÄRJESTELMÄN (LVI-SUUNNITTELIJAN PITÄISI TEHDÄ SELVITYS JÄRJESTELMÄS- TÄ, MUTTA USKON ETTÄ NÄIN VIELÄ HARVOIN KÄY PIENTALOISSA)

- **Onko tällä hetkellä oman kokemuksen mukaan suunnittelijoilla riittävä pätevyys järjestelmien suunnitteluun?**

EI VARMASTIKAAN LVI-SUUNNITTELIJOILLA OLE

- o **Hallitsevatko suunnittelijat monia erilaisia järjestelmiä vai pelkästään yhden? Vai ei yhtään?**

RIIPPUU VARMASTIKIN SUUNNITTELIJASTA. JOTKUT OVAT PEREHTYNEET AUTOMAATIOON, MUTTA USKON ETTÄ ENEMMILTÄÄN AINAKIN VANHAT SUUNNITTELIJAT JÄTTÄVÄT AUTOMAATION SÄHKÖ/AUTOMAATIOSUUNNITTELIJOILLE

- **Korostuuko suunnittelijoiden välinen yhteistyö (sähkö, automaatio..) tällaisen kohteen suunnittelussa?**

KEVYESSÄ AUTOMAATIOSSA EI VAIKUTA PALJOAKAAN, KOSKA JOKA TAPAUKSESSA TIEDOT ON ANNETTAVA JÄRJESTELMÄSTÄ. VAIKEAMMISSA JÄRJESTELMISSÄ AINA- KAN OMA AUTOMAATI-O-OSAAMINEN EI RIITÄ MUUHUN SELVITTÄMISEEN, KUIN ETTÄ ASIAKAS HALUAA TÄLLAISIA ASIOITA

- o **Vaikuttaako se asia, ettei sähkösuunnitelmia vaadita vielä lupavaiheessa?**

OMISSA KOHTEISSA EI OLE VAIKUTTANUT, KOSKA AUTOMAATIOTA HALUAVAT ASIAKKAAT OVAT S-SUUNNITTELUN JA AUTOMAATIOSUUNNITTELUN KOH- DALLA VALISTUNEITA JA YLEENSÄ AJOISSA LIIKENTEESSÄ, ELI SAATTAO OLLA, ETTÄ ASIAKAS OSAA JÄRJESTELMÄN PAREMMIN KUIN TAVALLINEN LVI-SUUNNITTELIJA

- **Minkälaisena näet kotiautomaatiojärjestelmien tulevaisuuden LVI-järjestelmien kannalta ja yleensä?**

VARMASTIKIN LISÄÄNTYY JA AUTOMATISOITUU TOIVOTTAVASTI SE ETTEI KEVYISSÄ TAPAUKSISSA VAADI PAHEMMIN SUUNNITTELUA, ELI ETTÄ SIIS PALIKAT OVAT KONEIS- SA VALMIINA